



Universidade do Minho
Instituto de Ciências Sociais

João Miguel Ganhão Nunes Martins

**Interação gestual multitoque aplicada
a interfaces lúdico didáticos**

janeiro 2014



Universidade do Minho
Instituto de Ciências Sociais

João Miguel Ganhão Nunes Martins

**Interação gestual multitoque aplicada
a interfaces lúdico didáticos**

Dissertação de Mestrado
Mestre em Média Interativos

Trabalho realizado sob a orientação do
Professor Nelson Zagalo

janeiro 2014

E autorizada a reprodução parcial desta dissertação apenas para efeitos de investigação, mediante declaração escrita do interessado, que a tal se compromete.

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura: _____

Agradecimentos

Antes de mais quero agradecer a todos os envolvidos na realização deste projeto contínuo dos últimos 6 anos, que resulta no estudo apresentado nesta dissertação. Quero agradecer também aos meus pais pela compreensão, incentivo e financiamento deste projeto, iniciado na Hfg Gmuend, na Alemanha.

Durante o ano de Erasmus fui acompanhado, entre outros pelos professores Burke, Hoffman e Stebbing a quem agradeço pelos conhecimentos adquiridos nas áreas de interatividade, grafismo e desenho. Agradeço igualmente ao meu amigo e colega de investigação oriundo da ESDI, Rio de Janeiro, Designer Patrik Matos.

Devo agradecer aos meus colegas de curso, João Pedro, Pedro Nogueira e João Cardoso, pela partilha de conhecimentos nas áreas de programação, comunicação, e de gestão de projeto. Igualmente ao Prof. Bruno Ribeiro pelo apoio científico presente na exposição “A Aventura da Terra: um Planeta em Evolução”¹, organizada pelo Museu Nacional de História Natural da Universidade de Lisboa, inaugurada no dia 19 de Novembro de 2009.

Gostaria ainda de agradecer à UX Designer Allison Greene pelo contributo dado na tradução do Resumo. Aos supramencionados e a outros não referidos, agradeço o apoio, encorajamento e conhecimentos facultados no decurso do processo construtivo desta dissertação.

Por último, na fase de Mestrado quero agradecer ao meu orientador de projeto na Universidade do Minho, o professor Nelson Zagalo, pelo aconselhamento e orientação na área de narrativas interativas e na orientação e apresentação desta dissertação.

*”A narrow definition of interaction design is:
the design of the subjective and qualitative aspects
of everything that is both digital and interactive”*

Bill Moggridge

[Moggridge06] pag.660

¹ Abril de 2014, referência A Aventura da Terra: um Planeta em Evolução consultada em:
<http://aventuradaterterra.aeiou.pt/>

Resumo

Nos últimos anos o multitoque foi apelidado como uma revolução na interação humano-computador. Dispositivos multitoque como os *smartphone's* e os *tablet's* permitiram o uso de serviços lúdicos e de comunicação com os utilizadores através de um ecrã de interação táctil, substituindo o uso do rato e teclado clássicos.

Estes interfaces tangíveis podem ser configurados em função das necessidades de cada utilizador, permitindo o uso de caneta digital e o reconhecimento visual de gestos através de câmara. Estas vertentes reunidas num só artefacto são cada vez mais necessárias às varias atividades de interação com dispositivos domésticos e industriais. No entanto, as plataformas multitoque ainda não foram adaptadas a todo um conjunto de dispositivos e plataformas, e continuam a ser uma inovação tecnológica que coexiste em paralelo com outros interfaces analógicos e digitais.

Este projeto de investigação visa assim estudar aplicativos lúdico-educativos que sejam relevantes nos atuais e antigos sistemas de IHC via multitoque e o design de interação e de experiência do utilizador com os novos interfaces por toque comumente associados à comunicação. Para tal propus-me reconhecer os gestos do público em geral através de uma amostra aleatória de 40 utilizadores que responderam a um inquérito sobre usabilidade, e a elaborar um relatório dos movimentos mais importantes para a realização de tarefas ditas habituais.

Através da análise das respostas pretendia identificar um padrão de utilização, reconhecer lacunas e determinar benefícios de um sistema que evolui no quotidiano, além de sugerir melhorias a introduzir. Por fim apliquei as conclusões ao desenvolvimento e validação de um interface de um aplicativo multitoque lúdico-didático.

Palavras-chave: aplicação, científica, lúdica, didática, multitoque

Abstract

In recent years the multitouch was dubbed as a revolution in human-computer interaction. Devices, such as multitouch tablets and smartphones, allow the use of recreational services and communications by users via interaction with a touch screen instead of the classic use of mouse and keyboard.

These interfaces are tangible and can be configured to the needs of each user.

In addition, they allow the use of other interactions inputs, such as the use of the digital pen, or visual recognition of gestures through a camera.

These strands, gathered together in one device, are being used increasingly for various activities necessary to routinely interact with domestic and industrial appliances.

However multi-touch platforms have not yet been adapted to a range of devices and platforms, and remain a technological innovation that co-exists alongside other analog and digital interfaces.

This research project aims to study the so playful educational applications that are relevant to current and former HCI systems via multi-touch, and also the interaction design and user experience of new touch interfaces, commonly associated with mobile communication.

For that, I recorded the gestures of the general public through a random sample of 40 users who responded to a survey on usability.

By analyzing the responses, I wish to identify a usage pattern, to subsequently highlight the deficiencies and benefits of multi-touch that evolves on a daily basis, and to suggest the best usage patterns for performing normal daily tasks. And finally apply the findings on the development and validation the resulting nterface, on a playful multitouch application of educational scientific aspect.

Keywords: scientific, application, playful, educational, multi-touch

Índice

Índice de Figuras	7
Índice de Tabelas	8
Índice de Gráficos	9
Introdução	10
Desenvolvimento do Projeto	11
Metodologia	12
1. Perspectiva histórica do <i>state-of-the-art</i> do Multitoque.....	18
1.1 História da Tecnologia Multitoque.....	20
1.1.1 GUI / WIMP – <i>Interface</i> Xerox Star 8010	21
1.1.2 Apple Macintosh	21
1.2 Multitoque.....	22
1.2.1 Multitoque iPad / Surface	22
1.2.2 <i>Smartphone</i> Simon	23
1.2.3 <i>Smartphone</i> Samsung Galaxy S4.....	23
1.2.4 Realidade Aumentada – Digital Desktop.....	24
1.2.5 reacTable	24
1.3 Estudos Realizados	25
1.3.1 MTS – Multi-Touch Surface	25
1.3.2 TUI – <i>Tangible User Interface</i>	26
1.3.2.1 Generative Systems	26
1.3.2.2 Chemieraum.....	27
1.4 Estudo de modos de comando em cenários de interação gestual.....	28
1.5 Conclusão do estudo de tecnologia <i>State of the Art</i>.....	29
2 - Interação Humano-Computador (IHC)	30
2.1 IHC – Lúdico-Educativa	30
2.2 Programação Multitoque e Interface	32
2.3 Os interfaces Android e iOS.....	33
3. Projeto de Investigação.....	34
3.1 Inquérito: Utilização de plataformas Multitoque.....	35
3.1.1 Apresentação de resultados.....	36
3.1.2 Ocupação profissional / uso do computador?	37

3.1.3 Usa um computador regularmente?	37
3.1.4 Em que locais usa mais o computador?	38
3.1.5 Em que posturas usa mais um computador?	38
3.1.6 Entre as opções combine a sua plataforma favorita!	39
.....	39
3.1.7 Como prefere interagir e que entraves encontra no uso do computador?	40
3.1.9 Para leitura e edição do <i>e-mail</i> , indique o gesto preferido?	42
3.1.10 E o seu gesto predileto para jogar?	43
3.1.11 Que tipo de feedback informativo prefere na interação e porquê?	43
3.1.12 Que inovações, adicionaria aos atuais sistemas multitoque?	44
3.2 Análise de resultados e soluções <i>state-of-the-art</i>	45
3.3 Análise da pesquisa pós-inquérito e conclusões.....	48
4. Protótipo	50
4.1 Narrativa científica do protótipo: “ <i>iBlob. Uma aventura na Terra</i> ”	50
4.2 Sinopse conceptual - “ <i>iBlob: Uma aventura na Terra</i> ”	52
4.3 Desenvolvimento do protótipo: Fase inicial.....	52
4.4 Fase de pesquisa e testes de gestos multitoque	54
5. Desenvolvimento do conceito, interface e lógica de jogo.	59
5.1 Desenvolvimento do <i>user interface</i> de protótipo.....	63
6. Conclusões	75
6.1 Trabalhos Futuros.....	79
7. Referências.....	79
8. Anexos Digitais	81

Índice de Figuras

Figura 1 (Sutherland SketchPad, Bill English "Mouse", Engelbart “NLS”).....	18
Figura 2 (Magic Mouse e gestos padrão)	19
Figura 3 (Plato IV, 1972)	20
Figura 4 (HP-150, 1983)	20
Figura 5 (Desktop WIMP 1981 do Xerox Star 8010, e WIMP 1983 do Apple Macintosh)....	21
Figura 6 (Sistema multitoque por Bill Buxton).....	22
Figura 8 (iPad, 2010, 10”).....	22

Figura 7 (Microsoft Surface 40")	22
Figura 9 (<i>Smartphone</i> Simon)	23
Figura 10 (Gestos Galaxy S4)	23
Figura 11 (Digital Desk)	24
Figura 12 (Marca Fiducial, reacTable e exemplo de uso)	24
Figura 13 (Interface Generative Systems e exemplo de uso)	26
Figura 14 (Demonstração do uso do Interface Chemieraum)	27
Figura 15 (Crianças a jogar o Senses@School)	31
Figura 16 (Hungry Shark Evolution apk)	49
Figura 17 (Ilustração Bunny Suicides e Easel JS <i>DragAndDrop</i> Demo com o ícone iBlob) ..	53
Figura 18 (Asus Nexus7")	56
Figura 19 (Versões pc, Salva a floresta, e "iBlob")	57
Figura 20 (Layout final "iBlob" uma Aventura na Terra)	58
Figura 21 ("iBlob", estudos conceptuais de interação, iconografia, e lógica de jogo)	59
Figura 22 ("iBlob", estudos de animação fratal")	60
Figura 23 ("iBlob", estudos de interação, cor, e evolução iconográfica))	60
Figura 24 ("iBlob", diagramas conceptuais de variáveis para os gestos por nível)	61
Figura 25 ("iBlob", Diagramas conceptuais da lógica interação)	62
Figura 26 ("iBlob", conceito de interface criado)	63
Figura 27 (Transposição do interface conceptualizado para o protótipo final)	64
Figura 28 (Início e resultado do nível BigBang, e animação fratal desenvolvida)	65
Figura 29 (Elementos de interação do nível Isótopos)	66
Figura 30 (Interface final Átomos, e resultados de interação)	67
Figura 31 (Elementos de interação para o nível Moléculas)	67
Figura 32 (Elemento único de interação multitoque para o nível Nuvem)	68
Figura 33 (<i>Array</i> de meteoros para interação de colisões com o meteoro maior)	69
Figura 34 (Ecrã final de fim de teste de validação de protótipo)	69
Figura 35 (Conceito de interação, para desenvolvimento do nível Terra, do apk)	70

Índice de Tabelas

Tabela 1 (Fases de Projeto Curricular)	11
Tabela 2 (Gestos SMT) [Westerman99, 273]	25
Tabela 3 (Modos de IHC) [Gomes10]	28
Tabela 4 (Jogos mais populares do Android market)	46

Tabela 5 (Ficha de elementos de teste de utilizador)	71
Tabela 6 (Entrevista qualitativa de avaliação da experiência de utilizador)	72
Tabela 7 (Tabela de recolha de valores, das variáveis gestuais, por nível do aplicativo)	73

Índice de Diagramas

Diagrama 1 (Service Ecology, poster for Fiat Multi + actors) [Moggridge06]	14
Diagrama 2 (Modelo de investigação multitoque)	15
Diagrama 2.1 (Modelo de investigação multitoque, conclusões apuradas)	16
Diagrama 2.2 (Modelo de investigação multitoque, diferenciação apurada)	17

Índice de Gráficos

Gráfico 1 (Datas de inquérito e Género inquirido)	35
Gráfico 2 (Idade)	36
Gráfico 3 (Habilitações Literárias)	36
Gráfico 4 (Ocupação/uso do computador)	37
Gráfico 5 (Ocupação profissional / uso do Pc)	37
Gráfico 6 (Em que locais usa mais o computador?)	38
Gráfico 7 (Em que posturas usa mais um computador?)	38
Gráfico 8 (Plataforma favorita para IHC?)	39
Gráfico 9 (Plataforma favorita para IHC?)	39
Gráfico 10 (Como prefere interagir com o computador?)	40
Gráfico 11 (Que uso prefere dar a um computador?)	40
Gráfico 12 (Quais são os principais entraves á sua navegação e uso actuais?)	41
Gráfico 13 (A que nível do uso computador, sucedem os entraves antes indicados?)	41
Gráfico 14 (No uso de um ecrã tátil, que gesto prefere para "navegar"?)	42
Gráfico 15 (Para leitura e edição do e-mail, indique o gestos preferido?)	42
Gráfico 16 (E o seu gesto predileto para jogar?)	43
Gráfico 17 (Que tipo de feedback informativo prefere receber da interação?)	43
Gráfico 18 (Porque prefere o tipo de feedback indicado anteriormente?)	44
Gráfico 19 (Que inovações, adicionaria aos atuais sistemas multitoque?)	44
Gráfico 20 (Para que utilizações revia a resposta anterior?)	44

Introdução

Atualmente, o sistema de serviços caminha para sistemas de inteligência artificial a uma velocidade não antes registrada dado que comunicamos através de máquinas sem operador humano e despoletamos ações e serviços, sem que para isso tenhamos interagido com outra pessoa.

A base dos serviços digitais via Internet cresceu exponencialmente na viragem do milénio, resultado do grau de satisfação geral de inúmeros utilizadores diários mundialmente.

As novas gerações de utilizadores que usufruem das tecnologias de interação, partilham e difundem informação privada, pública e empresarial, sequencialmente de modo rotineiro, através do uso dos mais variados serviços em *browser*.

Esta corrente de consumo global alimentada pela economia e indústria cresce diariamente, com resultados registados informaticamente e comercializados em bolsa de valores. Deste modo as bases de dados pessoais, alojadas em domínios de servidores, "clouds", são uma rede mundial de valor acrescentado e crescimento contínuo.

- Mas como são inseridos estes dados do quotidiano de biliões de utilizadores na rede e reflexos futuros podemos esperar?
- Qual é o papel da interação? Que numa definição simples é uma influência recíproca entre dois ou mais elementos (pessoas e/ou objetos).
- E assumindo que o principal meio de comunicação, para o início da interação entre seres é a comunicação visual e sonora, onde entra o tato na sistemática de ações modernas?
- Será que a interação humano-computador moderna começa na intenção do utilizador em usar um serviço e dispositivo, para a valorização do *status quo* social?
- No Futuro será por via de dispositivos multitoque que se efetivarão as tomadas de decisão na IHC, para as demandas quotidianas, privadas e sociais do utilizador?

Para obter respostas a estas questões, propomos estudar a interação gestual. Um estudo por si próprio fundamental no desenho de novos serviços, otimizados para usos eficientes e intuitivos que minimizem o dispêndio de energia. Deste modo:

- Será que as máquinas que utilizamos na IHC, têm capacidade de oferecer prestações superiores àquelas que até à data foram disponibilizadas ao público?
- Será possível fazer uma transição de preferências e hábitos de uso, do principal periférico de entrada de dados atuais em IHC, rato/teclado, para multitoque?

Responder às questões acima apresentadas, foram os objetivos desta dissertação. De modo a poder definir novos modelos de comunicação gestual, a partir dos já adquiridos, e por fim poder conceber um interface de interação tátil de teste, satisfatório.

Desenvolvimento do Projeto

Entre as motivações que levaram à escolha do tema de dissertação estiveram:

- O estudo da experiência de utilizador,
- Os interfaces intuitivos a que se chama de “*user friendly interface*”,
- Os interfaces WIMP, em diferentes tipos de *hardware* e software.

O estudo destes processos foi determinante para conseguir desconstruir dogmas de IHC provenientes do uso PC e PC Portátil e, com isto, construir uma visão atual da realidade do utilizador, que possibilitasse fazer uma análise consciente e coerente do dispensável e do essencial, para o design de interfaces lúdico-educativos em dispositivos multitoque. O projeto de investigação e consequente dissertação, foi assim dividido em 5 partes:

- Estudo de Design de Comunicação e Interface,
- Estudo de Design de interatividade,
- Estudo da experiência de utilizador,
- Estudo de Média Interativos,

O projeto e dissertação de interatividade tátil em sistemas multitoque decorreram entre Setembro de 2011 e Dezembro de 2013 e podem ser ilustradas pela seguinte tabela:

Fases de Projeto Curricular	2011	2012	20132014
Investigação Curricular			
Conceito de Projeto			
Investigação <i>State of the Art</i>			
Fase de Inquérito			
Estudo de Programação			
Redação da Dissertação			
Protótipo			
Fase de Teste e Apresentação			

Tabela 1 (Fases de Projeto Curricular)

Sobre a investigação *State of the Art*, para estudar esta área centrei-me na procura de protótipos modernos e atuais, assim como no estudo de produtos mais populares existentes no mercado multitoque, nomeadamente os das marcas *Apple* e *Samsung*.

A fase de inquérito decorreu entre Dezembro de 2012 e Março de 2013, através de um formulário *online*, facultado pelo serviço Google Forms. Investigação a que se juntaram inquéritos e entrevistas de opinião a utilizadores, sobre os dispositivos que utilizavam.

O estudo de programação, por sua vez, envolveu a investigação de diversas bibliotecas, como JavaScript a título de exemplo, embora, a plataforma final usada tenha sido o Adobe Flash. Esta *framework*, foi eleita pela facilidade de edição de programação visual ActionScript 3, e possibilidade de exportação e tradução do AS3 para JavaScript, por via do *plugin* Google swiffy, para o consequente uso em *browser* da aplicação (*.js) encapsulada em HTML. Por sua vez, o Adobe Flash através do Adobe Air possibilita, que o mesmo código, seja compilado para aplicações nativas para os sistemas operativos Android (*.apk) e iOS (*.app). Deste modo conseguimos aceder ao protótipo via dispositivos móveis e sistemas desktop.

A dissertação e protótipo, a partir de Abril de 2013, tiveram um desenvolvimento simultâneo e foi neste período que centrei o estudo de programação nas funções, toque, arrasto e transformação, para objetos visuais no uso de uma aplicação lúdico didática digital. Por fim as fases de teste e validação da aplicação final decorreram entre Junho e Setembro, onde os resultados para as questões colocados nesta investigação, foram conseguidos.

Metodologia

O projeto de investigação iniciou com leituras de outras dissertações do tema multitoque e livros como e.g. o de Bill Moggridge, *Designing Interactions* [Moggridge06], recomendado pelo orientador. Este livro relata as fases criativas e de produção de vários produtos e serviços digitais interativos do fim do século XX e início de séc. XXI. Os *case studys* da formação da empresa Google², [Moggridge06:471], do conceito do site da BBCi³ [Moggridge06:491], ou do *Mouse*⁴ [Moggridge06:15]. Estes foram alguns dos capítulos a que dei maior destaque, por

², ², ³ Junho 2013 – Menções a artigos do livro *Designing Interactions* consultadas em:
<http://www.designinginteractions.com/interviews/Google>
<http://www.designinginteractions.com/interviews/SteveRogers>
<http://www.designinginteractions.com/chapters/1>

tratarem serviços de busca de informação *online* e infografias de dados em massa, como os das redes de serviços empresariais e sociais, mas também os dispositivos e periféricos de entrada para IHC.

Neste livro há ainda um artigo sobre *Service design* de nome LiveWork⁵ [Moggridge06:415]. Um projeto que usa um automóvel de seis lugares, como objeto de partilha e interação urbana por via de um serviço SMS entre passageiros. O desenvolvimento exploratório deste projeto, passou por indagar as necessidades do utilizador, para a recolha de dados concretos, a aplicar na criação de um conceito *user-friendly*. Assim do mesmo modo, adotei esta metodologia para obter soluções para problemas associados aos gestos no uso de dispositivos interativos multi-toque. Desta maneira da metodologia referida fazem parte as seguintes retóricas exploratórias:

How? Who? When? Where? What? Why?

Estas questões de modo transversal são transportadas para as seguintes dinâmicas relativas às realidades do uso privado e partilha do automóvel, por via do uso de um telemóvel:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| - Dentro do carro; | - O uso do telemóvel; |
| - O carro e os passageiros; | - O telemóvel e os utilizadores; |
| - O carro e outros carros; | - O telemóvel e outros telemóveis; |
| - O carro e outros agentes; | - O telemóvel e outros agentes; |
| - O carro na comunidade; | - O telemóvel na comunidade; |
| - O carro no sistema. | - O telemóvel no sistema. |

De forma a conseguirem reunir dados sobre acessos, tempos, comunicação e regras partilhadas entre utilizadores, para desenvolverem um serviço interativo de acesso comum, em parceria com a Fiat, foi desenvolvido o modelo conceptual do diagrama 1 [Moggridge06], que pode ser transposto para outros projetos e produtos.

⁵Junho 2013 – Respostas a inquérito interação consultadas em:
<http://www.designinginteractions.com/interviews/LiveWork>

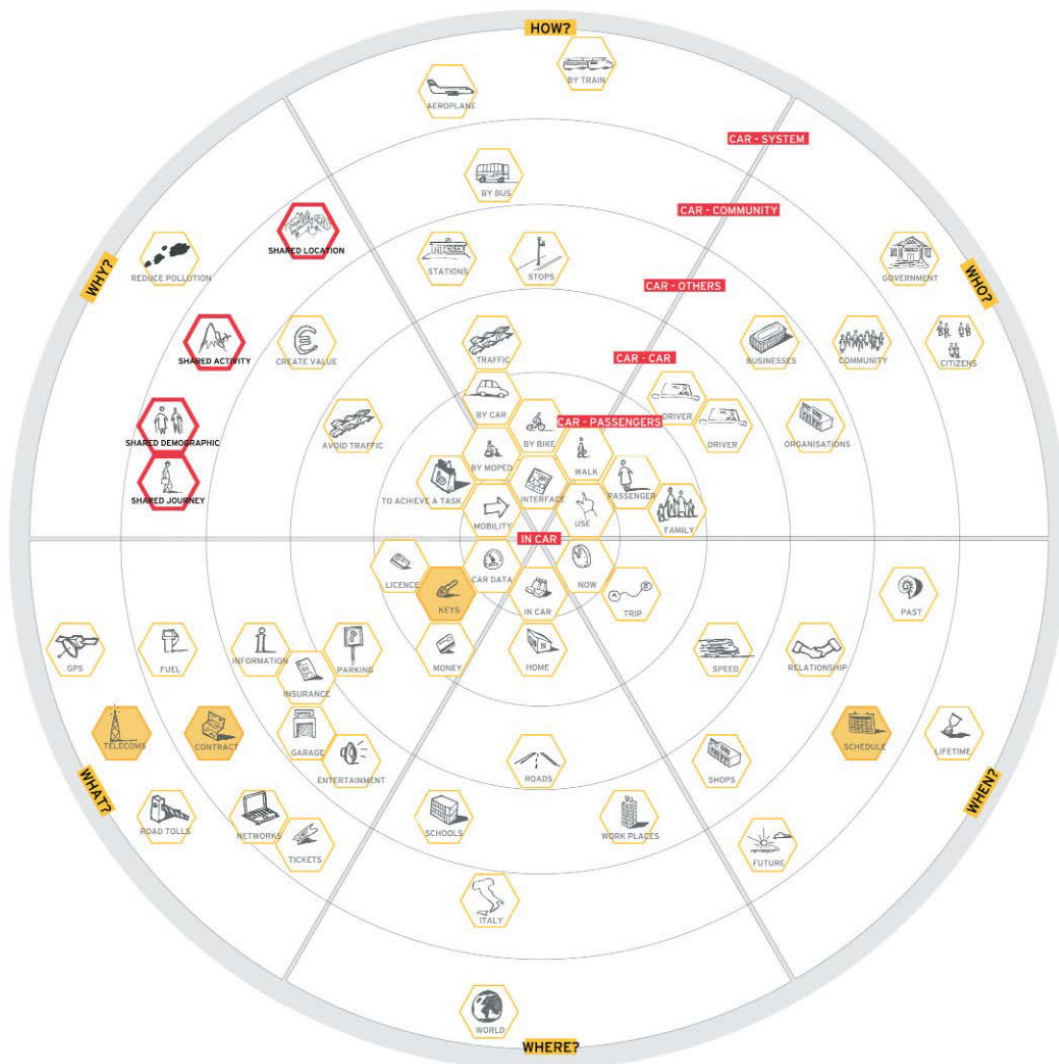


Diagrama 1 (Service Ecology, poster for Fiat Multi + actors) [Moggridge06]

A imagem conseguida é um panorama global de estrutura radial, que permite a visualização das linhas de orientação para áreas e grupos de estudo diretores, e assim pôde funcionar como um meio de auxílio às opções de metodologia de investigação a tomar, antes e depois da aplicação de dados recolhidos. Para esta dissertação foi desenvolvido o diagrama 2, este ilustra as condicionantes presentes nas fases intercaladas de edição e teste do desenvolvimento do projeto, e posterior validação do aplicativo, e de igual modo, as escolhas de público-alvo.

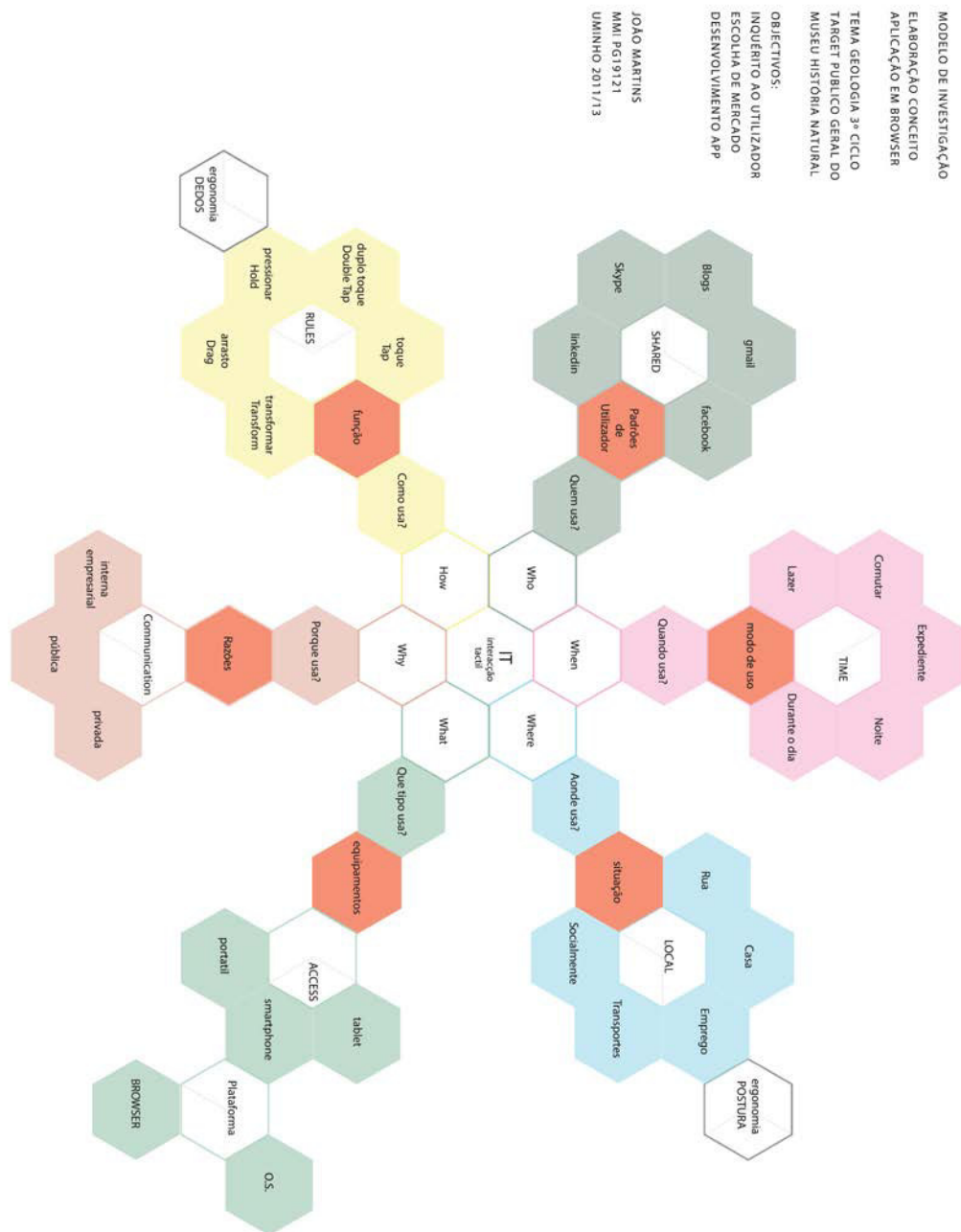


Diagrama 2 (Modelo de investigação multitoque)

Ainda sobre o diagrama 2, no centro estabeleci a interação tátil como entroncamento unificador das variantes em estudos, para o uso de *tablet's* e *smartphone's* e as questões - Quem usa?; Quando usa?; Onde usa?; Que tipo usa?; Porque usa?; Como usa? - Para com isto definir padrões: de utilizador, situações, modo e razões de uso, equipamentos e funções disponíveis, a estudar. Inicialmente, encontrei 6 grandes campos de investigação sobre interação tátil, a que chamei TIME (ocasião), LOCAL (ergonomia de postura e uso), iACCESS (plataforma), COMMUNICATION (razões), RULES (gestos e ergonomia dos dedos), SHARED (partilha).

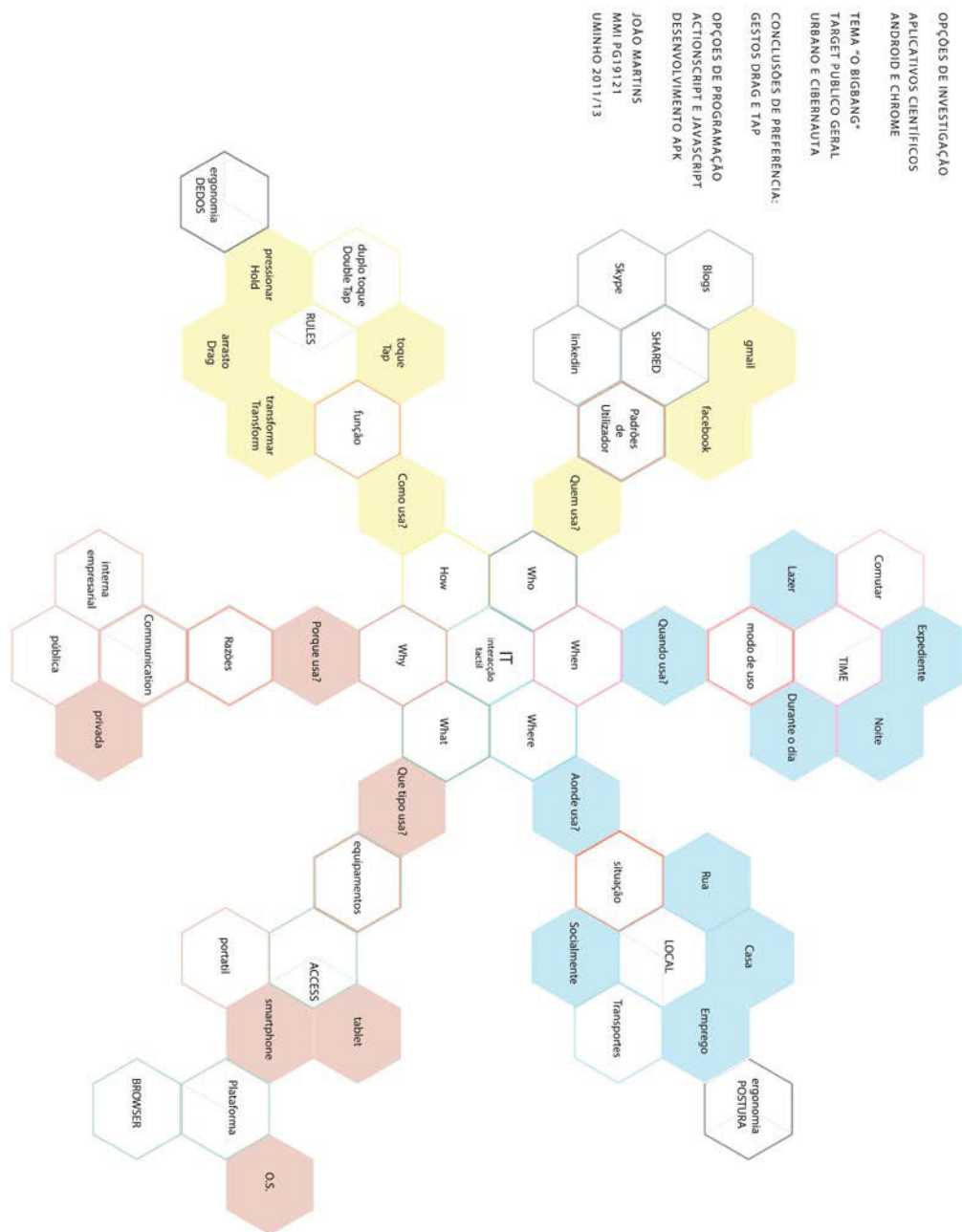


Diagrama 3.1 (Modelo de investigação multitoque, conclusões apuradas)

Com o evoluir do próprio projeto criaram-se os diagramas 2.1 e 2.2, onde podemos rever os resultados e conclusões alcançadas, através dos quais pude manter presentes ao longo do projeto, as questões base para a obtenção de resultados transversais, materializados em soluções digitais acessíveis por via de dispositivos multitoque. O uso da técnica de infografia, nas fases intermedias de projeto foi de igual modo parte da metodologia praticada, para visualização, da anotação e correção de resultados obtidos, no evoluir do estudo.

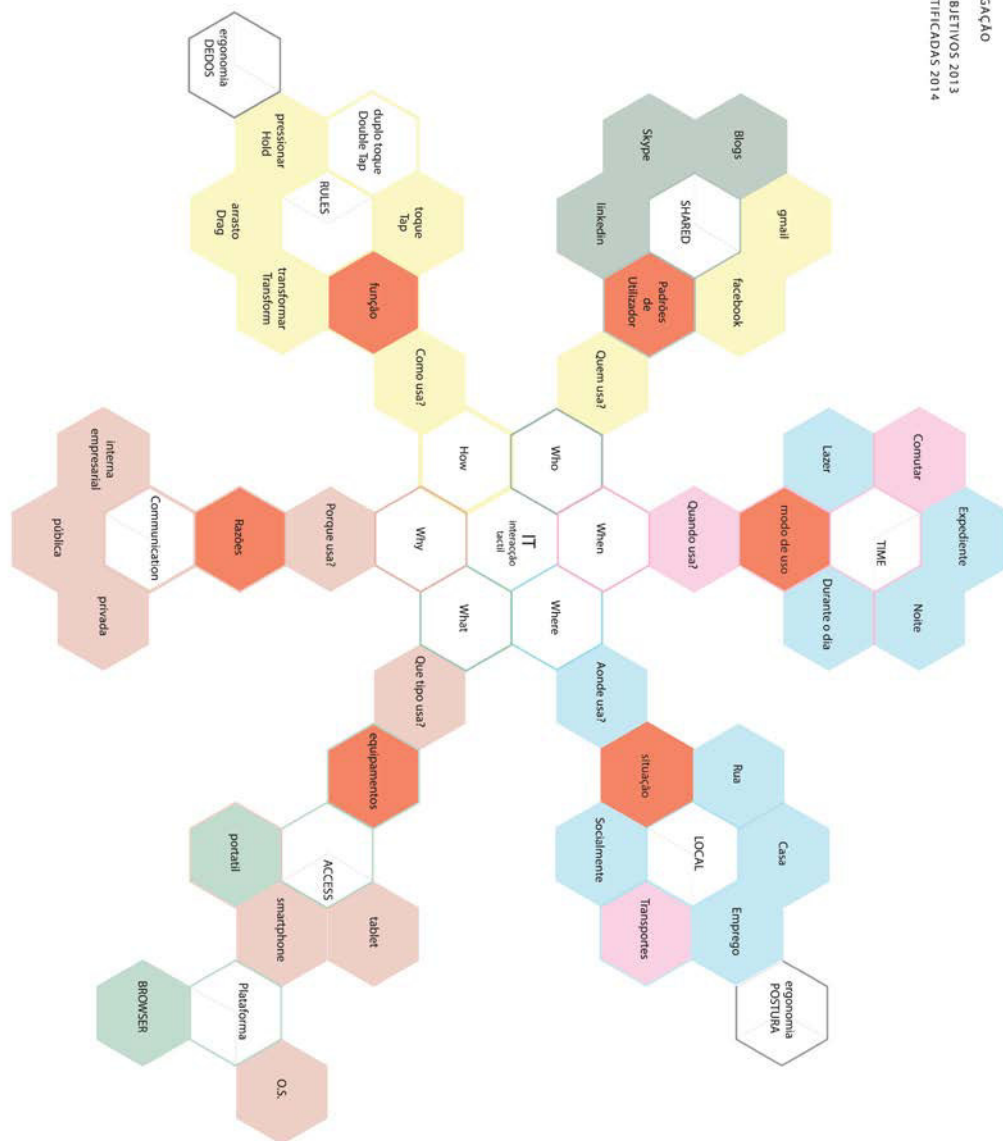


Diagrama 4.2 (Modelo de investigação multitoque, diferenciação apurada)

O diagrama 2.2 relata a diferenciação apurada das preferências e uso de tecnologia de informação, através de interação tátil pelos utilizadores inquiridos. Após a recolha de dados por via inquérito feito no Google Forms⁶, e investigação *online* e literária. Com os dados obtidos procedi à conceptualização e desenho de uma narrativa científica, para teste das conclusões, aplicadas no interface da aplicação lúdico didático de interação gestual criada.

⁶Junho 2013 – Respostas a inquérito interação consultadas em:
<https://docs.google.com/spreadsheets/gform?key=0AqPiIYzcELU6dGpRZmpZR1pIS2JKRWdaMEI2RGdPNWc&gridId=0#c hart>

1. Perspectiva histórica do *state-of-the-art* do Multitoque

Foi com o desenvolvimento tecnológico, motivado pela “guerra fria”, que nas décadas de 60 e 70 do século passado, nos Estados Unidos da América, se deram os primeiros avanços, na interação humano computador como a conhecemos hoje. O texto abaixo citado a partir da tese de dissertação “Design para Tablet’s da adaptação ao toque e mobilidade à realidade aumentada” [Vidal12:22-24], apresentada à Universidade de Aveiro, ilustra bem o início do *state-of-the-art* do multitoque.

“ A primeira ideia referente a um GUI está presente em “As We May Think” (1945), no qual Vannevar Bush, apresenta o MEMEX, o conceito para uma máquina que pretendia auxiliar a memória e guardar conhecimento. Serviria para arquivar e organizar conteúdos multimédia, e teria um funcionamento muito semelhante ao que chamamos hoje de hipertexto.

(...)

Um desses investigadores, Ivan Sutherland, apresentou em 1963 o Sketchpad, um sistema que possibilitava interagir usando uma caneta de luz para desenhar figuras num monitor. Usava também uma espécie de teclado com o qual se definia o comando a levar a cabo pela caneta. Procurava, através da possibilidade de usar o desenho, ultrapassar os constrangimentos dos sistemas textuais para representar determinadas situações, como por exemplo, ligações de sistemas eletrónicos. (Sutherland, Sketchpad: A man-machine graphical communication system, 1963)⁷ (Figura 1) (...).



Figura 1 (Sutherland SketchPad, Bill English "Mouse", Engelbart “NLS”)

O primeiro rato, datado de 1963, foi construído por Bill English, usando os desenhos de Engel bart (Figura 1). Era de madeira, tinha um só botão e duas rodas na parte inferior, o que possibilitava ler o seu movimento. Essa caixa era o rato e o seu aparecimento acabou por se revelar determinante no desenvolvimento dos GUI. Tornava a interação com o sistema muito mais simples, fazendo corresponder o movimento da mão do utilizador a um apontador no ecrã. Por sua vez, esse apontador permitia efetuar comandos sobre o sistema.

(...)

⁷ Novembro de 2013, Referência a Sketchpad, consultada em:
https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=USyoT_Ha_bA

Outro investigador inspirado pelo MEMEX foi Douglas Engelbart, (...) Em 1968 faz uma exposição pública dos resultados conseguidos até então num evento chamado “The Mother of All Demos”⁸ em que apresenta um sistema chamado NLS (oN-Line System) (Figura 2). Durante a apresentação, Engelbart interage com informação apresentada num monitor através de dois teclados – um parecido com o de uma máquina de escrever e outro mais pequeno - e uma pequena caixa com 3 botões [Reimer05].”

Este tipo de periféricos apontadores para entrada de dados, fundamentados na precisão de localização de um ponto num eixo x,y no ecrã, mantém-se em uso até hoje, com sucessivas inovações, no caso do rato (Figura 2). Em 2009, a Apple lançou o Magic Mouse⁹, um rato de superfície multitoque passível de serem predefinidos gestos de interação para executar aplicativos ou funções definidas pelo utilizador.

Mas outras ferramentas e tecnologias de IHC foram desenvolvidas nos últimos 70 anos para o mercado mundial de serviços de digitais. Passo agora a apresentar aquelas que mais se destacaram na pesquisa realizada sobre ecrãs de toque, sistemas GUI, *smartphone's*, sistemas multitoque e realidade aumentada do intelecto humano.



Figura 2 (Magic Mouse e gestos padrão)

⁸ Novembro de 2013, Referência a The Mother of All Demos, consultada em: <http://sloan.stanford.edu/mousesite/1968Demo.html>

⁹ Julho de 2013, Referência a *MagicMouse*, consultada em: <http://www.apple.com/pt/magicmouse/>

1.1 História da Tecnologia Multitoque

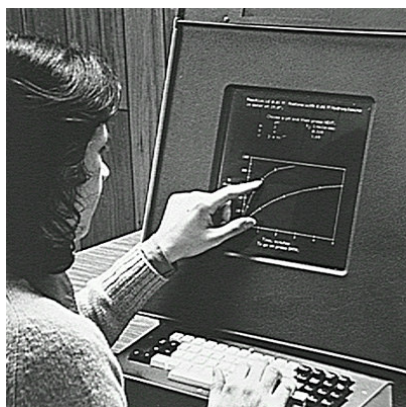


Figura 3 (Plato IV, 1972)



Figura 4 (HP-150, 1983)

Os ecrãs tácteis começaram a ser desenvolvidos na segunda metade dos anos 60. Em 1972 surge o primeiro terminal equipado com ecrã táctil denominado Plato IV Touch Screen Terminal (Figura 3) [Sherwood72]. Este terminal usava sensores infravermelhos, montados à volta do *display* de ecrã para detetar o *input* táctil do utilizador.

Já em 1983 surge o HP-150¹⁰ (Figura 4), o segundo computador de escritório com ecrã sensível ao toque para a edição e visualização de aplicações e dados¹¹.

Deste modo, o ecrã substituiu o rato enquanto ponteiro de indicação e seleção de aplicativos, através de ícones tal como num *tablet* atual. Já o aplicativo principal era um gestor de contactos e informações, que podiam ser impressos na impressora embutida na caixa de ecrã, através de um toque no botão para o efeito. Este sistema evoluiu ao incluir uma micro drive de 3.5" que mais tarde se tornaria de série nos anos 90 do séc. XX.

Uma lacuna discutida na fase de testes foi o sobre esforço causado no braço do utilizador pela interação gestual não apoiada. A empresa entendia que os gestos não seriam prolongados, dado que os maiores esforços seriam feitos no teclado. O HP-150 foi assim um precursor dos tempos modernos a modo próprio.

¹⁰Junho 2013 – Referência ao computador HP - 150 consultada em:

<http://www.hp.com/hpinfo/about/hp/histnfacts/museum/personalsystems/0031/index.html>

¹¹Junho 2013 – Referência ao computador HP - 150 consultada em:

https://www.youtube.com/watch?v=X-THdG5gVTw&feature=youtube_gdata_player

1.1.1 GUI / WIMP – *Interface Xerox Star 8010*

O paradigma dos interfaces por menu em cascata e o popular WIMP (*Windows, Icon, Menu, Pointing Device*) surgem em 1980 pela mão de Merzouga Wilberts [vanDam97], e apresentam a informação organizada em janelas e os comandos representados por ícones. O primeiro interface GUI - Graphic User Interface a fazer uso do WIMP, é de 1981 no computador Xerox 8010¹² (Figura 5) “*Now you can create documents with words and pictures*”, um sistema de edição e produção multimédia, de IHC *Keyboard/Mouse/Printer*.



Figura 5 (Desktop WIMP 1981 do Xerox Star 8010, e WIMP 1983 do Apple Macintosh)

1.1.2 Apple Macintosh

Em 1984, o WIMP é implementado no GUI do *desktop* da Apple, Macintosh¹³ (Figura 5), por ser visto como o interface do futuro¹⁴ por Steve Jobs. Assim o Macintosh foi considerado o primeiro computador familiar de sucesso, e com ele notabiliza-se o Mac OS. O interface WIMP apresenta o *software* e comandos disponíveis em menus. No Mac OS a interação acontecia por via do uso de um dispositivo apontador, e.g. rato/estilete. O *layout* de interface de janelas e ícones facilitou interação com espaços de trabalho, documentos e programas, sendo que as analogias introduzidas neste contexto (e.g. representados por ícones, documentos como folhas de papel ou pastas) diminuem a carga cognitiva necessária para a aprendizagem, potenciando o uso do WIMP por novos utilizadores.

¹²Junho 2013 – Vídeo referente ao Xerox Star 8010 e desktop WIMP consultado em:
<https://www.youtube.com/watch?v=Cn4vC80Pv6Q>

¹³Junho 2013 – Referências e vídeo do computador Apple Macintosh e desktop WIMP consultados em:
<http://www.youtube.com/watch?v=y58u79RrK60>
<http://oldcomputers.net/macintosh.html>

1.2 Multitoque

Os estudos iniciais de sistemas multitoque datam de 1982, quando na Universidade de Toronto se desenvolveu o primeiro dispositivo sensível à pressão gestual simultânea, [Nimish 82] (Figura 6). Este projeto foi continuado e em 1984, um dos pioneiros da área, Bill Buxton [Buxton85] propôs e demonstrou um *tablet* capaz de identificar múltiplos toques de dedos em áreas da superfície de actuadores com feedback auditivo.

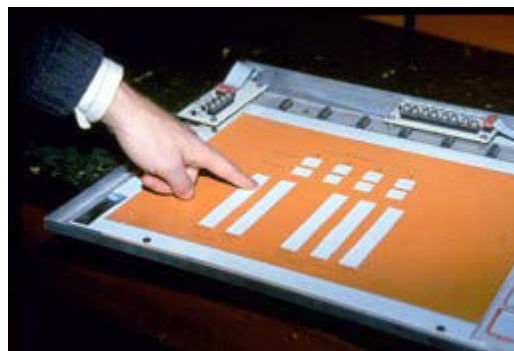


Figura 6 (Sistema multitoque por Bill Buxton)

O autor já à data menciona as dificuldades na identificação das coordenadas dos pontos de contato e propõe métodos¹⁵ para estimar a pressão exercida pelo dedo sobre a superfície.



Figura 8
(Microsoft Surface 40")

1.2.1 Multitoque iPad / Surface

O iPad¹⁶ (2010) (Figura 8) é visto como o primeiro *tablet* de série a reunir consenso sobre otimização de sistema interação por toque e funcionalidades ergonômicas e estética, donde se destacaram o *Tap*, *Scroll*, *Pinch e Swipe* e gestos com múltiplos dedos, 4 e 5, como funções inovadores, fazendo com que o utilizador controle o que está no ecrã de modo mais fluído, natural e intuitivo. Outro exemplo, são os dispositivos de grande formato como o Microsoft Surface 2.0 (2011)¹⁷ uma das primeiras mesa multitoque fabricadas em série, e largamente difundida desde 2007. Esta mesa conseguiu reunir consenso quanto a utilidade para uso de múltiplos utilizadores, versatilidade de aplicações e reconhecimento de artefactos tecnológicos para efeitos de transferência de dados e interações tangíveis com os mesmos. Hoje em dia, é produzida pela Samsung, sob nome SUR40, (Figura 7) e equipada com *software PixelSense* e Windows.



Figura 7
(iPad, 2010, 10")

¹⁵Junho 2013 – Referência e vídeo do sistema multitoque de Bill Buxton consultados em: <http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>

¹⁶Junho 2013 – Referência ao iPad consultada em: <http://www.apple.com/ipad/>

¹⁷Junho 2013 – Referência à Surface consultada em: <http://www.samsung.com/us/business/commercial-display-solutions/LH40SFWTGC/ZA>

1.2.2 Smartphone Simon

Entre os artefactos multitoque e *smartphone*'s uma das inovações destacadas é o Simon¹⁸ (Figura 9) um *smartphone* produzido pela Mitsubishi, desenvolvido pela IBM em 1994 e distribuído pela empresa BellSouth que conjugava as valências de telecomunicações móveis e as de um PDA num só dispositivo de venda ao público.

Neste aparelho o clássico teclado analógico foi substituído por tela sensível ao toque e vinha equipado com aplicações de comunicação e escritório como: *address book*, *calendar*, *appointment scheduler*, *calculator*, *world time clock*, *electronic notepad*. A IHC do Simon permitia ainda o uso de um estilete (*stylus*) para anotações caligráficas e interação gráfica com o ecrã de toque¹⁹.



Figura 9
(Smartphone Simon)

1.2.3 Smartphone Samsung Galaxy S4

Relativamente ao modelo antes apresentado, passaram quase 20 anos, e era lançado o S4 da Samsung, que apresenta inovações de relevo na interação gestual não táctil, através da adição das capacidades sensistivas da câmara. Sobre estas últimas foram apresentadas para além do toque, multitoque, arrasto e escalabilidade de objetos, comuns entre os sistemas multitoque. O S4 com recurso à câmara vídeo reconhece variados gestos programados e.g. (Figura 10) “o sistema AirGesture, permite atender chamadas ou mudar de imagem durante a visualização de um álbum de fotografias através de um simples acenar sobre o ecrã (sem o tocar); ou o *SmartPause*, (...), que permite a função *scroll* para navegar na Web ou ler *e-mails*, seguindo apenas o seu olhar, ou simplesmente pausar ou reiniciar a reprodução de um vídeo sempre que desviar ou olhar para o ecrã.”²⁰.



Figura 10
(Gestos Galaxy S4)

¹⁸ Junho 2013 – Referência ao smartphone Simon consultada em:
<http://cdecas.free.fr/computers/pocket/simon.php>

¹⁹ Junho 2013 – Referência ao smartphone Simon consultada em:
http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_Simon

²⁰ Julho 2013 – Referência ao smartphone S4 consultada em:
<http://pcguia.sapo.pt/Smartphones-detail/samsung-galaxy-s4/>

²⁰ Junho 2013 – Referência da *reactIVision* consultados em:
<http://reactivision.sourceforge.net/>

1.2.4 Realidade Aumentada – Digital Desktop

A partir de 1991, surgiram os primeiros protótipos de sistemas multitoque, em sistema de realidade aumentada Digital Desk [Wellner 91] (Figura 11). Este sistema usa uma câmara para rastrear as mãos do utilizador e identifica a posição e orientação das mãos sobre a mesa, através de técnicas de visão computacional, em simultâneo projeta o interface, onde identifica texto e números em papel, passíveis de serem usados e recalculados. Os gestos *pinch* para escala, *tap* para início de função, são passíveis de reconhecimento tal como objetos, para funções como *copy* ou *fill*. O Digital Desk é o precursor dos atuais sistemas de realidade aumentada, mas também é uma marca evolutiva do multitoque de interação.

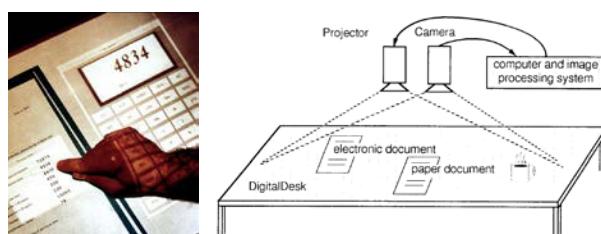


Figura 11 (Digital Desk)

1.2.5 reacTable

Instrumento musical digital criado em 2003 (Figura 12) que utiliza uma superfície multitoque no processo de interação artista-máquina. Este projeto foi premiado globalmente e faz uso do sistema RDI (*Rear diffuse Infrared*), e do *software-tracker*, *reacTIVision*²¹, que permitem a deteção de marcadores fiduciários. Esta combinação resulta num interface tangível, capaz de identificar um número quase ilimitado de objetos com marcas fiduciárias, impressas na face de cubos, que despoletam sons quando rodadas contra o tampo da mesa. O potencial é limitado ao número de cubos na mesa, que podem ser ativados e desativados de forma independente uns dos outros, para a construção de melodias.



Figura 12 (Marca Fiducial, reacTable e exemplo de uso)

²¹Junho 2013 – software-tracker, reacTIVision consultada em:
<http://reactivision.sourceforge.net/>











1.3 Estudos Realizados

1.3.1 MTS – Multi-Touch Surface

Há ainda um conjunto de dissertações entre os projetos consultados na fase de pesquisa, de que destaco [Westerman99, 30], “*Hand tracking, finger identification and chordic manipulation on a multi-touch surface*”, escrita por Wayne Westerman²², na Universidade de Delaware, para a obtenção do grau de Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica. A título de curiosidade Westerman posteriormente foi o engenheiro responsável pelo desenvolvimento do iPhone. Mas voltando ao MTS, este teve o propósito de demonstrar que seria possível, ter uma IHC menos fatigante a nível muscular, mais confiável e quase tão eficiente, através de uma superfície multitoque, quanto a IHC da combinação rato/teclado.

Igualmente o autor afirma que as MTS otimizam a IHC a nível ergonómico ao eliminar movimentos redundantes de precisão e edição, que minimizam o esforço de ativação de ações sem remover o sustentabilidade de ambos os braços. Com isto distribui de forma equilibrada o esforço muscular por ambas as mãos.

Esta integração técnica depende do reconhecimento fidedigno pela SMT, da deteção sincronizada dos toques dos dedos (Tabela 2), reconhecimento de movimentos de translação independentes das palmas das mãos, de escalabilidade, velocidades de rotação e do reconhecimento de contactos dos dedos e mãos com a superfície multitoque já mencionados.

Motion Icon	Type of Chord Motion
	Brief tap on surface (one-shot).
	Translation (slide) in any direction.
	Reversible translation up or down.
	Reversible translation left or right.
	Reversible up or down translation, irreversible right translation.
	Translation in a particular direction (one-shot).
	Contractive hand scaling (one-shot).
	Expansive hand scaling (one-shot).
	Clockwise hand rotation (one-shot).
	Counter-clockwise hand rotation (one-shot).

Toque simples (*tap*),

Translação de movimentos em qualquer direção (*slide*),

Translação reversível, cima ou baixo,

Translação reversível, direita esquerda,

Translação reversível, cima ou baixo, e irreversível á direita,

Translação numa direção, num toque simples (*one-shot*),

Contração de dedos para escalar, um toque (*one-shot / pinch*),

Expansão de dedos para escalar, um toque (*one-shot / pinch*),

Rotação da mão no sentido horário (*one-shot*),

Rotação da mão no sentido contra relógio (*one-shot*).

Tabela 2 (Gestos SMT) [Westerman99, 273]

²²Junho 2013 – Dissertação SMT de Westerman consultada em:
<http://www.eecis.udel.edu/~westerma/main.pdf>

1.3.2 TUI – *Tangible User Interface*

A produção desta dissertação implicou o estudo e participação em vários projetos na área de IHC (Interação Humano Computador), mas gostaria de citar dois sistemas de interação, de 2007/08, no *Medien Labor*, da *Hauptschule für gestaltung Schwäbisch Gmünd*. À data este laboratório providenciava todos os elementos logísticos para a criação de conceitos, processos e implementação de instalações interativas, aos estudantes participantes, em sistemas TUI – *Tangible User Interface* [Moggridge06,527], um conceito originalmente publicado em 1992 por Durrell Bishop, *Marble Answer Machine*²³.

1.3.2.1 Generative Systems

Do *Medien Labor* resultou um trabalho do assistente Benedikt Gross em Sistemas Generativos²⁴ [Gross07] (Figura 13), igualmente um sistema TUI composto por uma placa Arduino²⁵, componentes eletrônicos e linguagem de programação visual *Processing*²⁶.

Nesta instalação, geravam-se imagens fractais de uma beleza visual extravagante através do uso de botões associados a funções matemáticas²⁷ todo o processo era muito cativante ao utilizador, por este poder controlar diretamente cada efeito a seu tempo, ao contrário do que acontece em sistemas de visuais, GUI – *Graphical User Interface* [Moggridge06,527].



Figura 13 (Interface Generative Systems e exemplo de uso)

²³Junho 2013 – Vídeo de Marble Answer Machine consultado em:
<https://vimeo.com/19930744>

²⁴Junho 2013 – Referência a Sistemas Generativos consultada em:
<http://benedikt-gross.de/log/2007/02/generative-systems/>

²⁵Junho 2013 – Referência a Sistemas Arduino consultada em:
<http://arduino.cc/>

²⁶Junho 2013 – Referência a Plataforma Processing consultada em:
<http://processing.org/>

²⁷Junho 2013 – Referência a Sistemas Fractais consultada em:
http://paulbourke.net/fractals/lsys_leaf/

1.3.2.2 Chemieraum

Outro trabalho do *Medien Labor*²⁸, cujo processo acompanhei durante um semestre, é o *Chemieraum – Tangible Chemistry*²⁹, [Franke08] um simulador de laboratório químico inserido numa instalação interativa para maiores de 12 anos, posteriormente exibido no *TUMLab* do *Deutsche Museum* em Munique (Figura 14).



Figura 14 (Demonstração do uso do Interface Chemieraum)

O *Chemieraum* faz uso de dois projetores e uma câmara, esta última tem a função de reconhecer o movimento de um “*puck - haptic input device*”, dispositivo da dimensão de um punho, cujo visitante roda para interagir com o interface projetado numa mesa onde assentam também outros artefactos tangíveis de interação com diferentes dimensões e funções associadas. A interação resultante despoleta uma animação projetada num painel montado para o efeito. O utilizador pode assim interagir com um *kit* de simulação atómica, a partir de um conjunto de cinco moléculas.

A instalação lúdico-pedagógica virtual inserida numa exposição de química, começa por ser um jogo, mas também possibilita aos visitantes adquirir conhecimentos diretos e experiência visual associada a conteúdos não facilmente apreensíveis em sala de aula. Demonstra-se a mais-valia da fusão dos conteúdos multimédia com propósitos educativos por via de uma experiência multissensorial resultante da convergência de áreas tecnológicas.

²⁸Junho 2013 – Referência a *Medien Labor* consultada em:
<http://ig.hfg-gmuend.de/medienlabor>

Junho 2013 – Referência a *chemieRaum* consultada em:

²⁹<http://www.jensfranke.de/?portfolio=chemieraum-tangible-chemistry>

1.4 Estudo de modos de comando em cenários de interação gestual

Na tese “Estudo de modos de comando em cenários de interação gestual”, [Gomes10], são feitas reflexões, com o objetivo de identificar dimensões gestuais relevantes que permitam eliminar a ambiguidade existente entre gestos de desenho e gestos de comando, e são analisados um vasto conjunto de trabalhos precedentes, que fundamentam a escolha de modos de interação [Apert09] [Bragdon09] [Duarte09] [Bau08] [Zelevnik06].

O foco do desenvolvimento deste projeto não se encontra nos gestos em si, mas na forma como o interface e os modos de ação são identificados e como é feita a troca entre modo desenho e comando, onde são revistos modos de interação para mudar entre comandos durante ações, com toque prévio à ação, ou via periféricos de entrada, estilete, rato e captura de movimentos. Após o estudo dos modos de interação por comandos, adotaram a opção de modo táctil, menu mais toque.

Dentro desta opção são ainda estudadas duas dimensões de ação, ambas com foco no início do gesto de desenho:

- A primeira, usada em ecrãs de pequena dimensão, usa um toque (*tap*) no ecrã antecedente à realização do gesto,
- A segunda define uma região específica do ecrã onde desenhar.

	Unrestricted	Depending on starting mark (e.g. d-click)	Depending on starting region (e.g. frame)
Scroll			
Select			
Copy-Paste			
Undo-Redo			
Delete			

Tabela 3 (Modos de IHC) [Gomes10]

Em ambas as dimensões, os gestos de comando são tidos como atalhos que poderão ser complementados com a utilização de menus disponibilizados (Tabela 3). Os dados recolhidos nas fases de teste de utilização por conjuntos de tarefas demonstram que os utilizadores têm diferentes performances consoante o modo e comandos utilizados em superfícies de diferente dimensão. Este processo de análise testou os comandos *scroll*, *copy*, *paste*, *undo*, *redo*, *apagar*, quadrado e elipse, numa mesa multitoque de 36”, num *smartboard* de 77” e num *Tablet* de 10,6” polegadas.

Com este estudo, os autores conseguiram compreender como a dimensão da superfície afeta a velocidade de interação com objetos ou elementos gráficos, fazendo recurso à medição das interações segundo: grau de velocidade, conforto, precisão e satisfação, para cada ação, nos modos, sem restrição, moldura e toque. Com isto foram realizadas leituras de métricas qualitativas e quantitativas nos diferentes suportes físicos testados [Gomes10,51, 52]. Na análise final [Gomes10], o autor conclui, que o tempo para executar um gesto e movimento é maior de acordo a

maior amplitude do movimento realizado. Provou-se que em dispositivos com dimensões semelhantes aos *tablet's* é mais rápido iniciar o gesto de comando de modo direto, em interfaces periféricas (moldura) relativo ao centro ecrã. Em contraposição em dispositivos com maiores dimensões e.g. *smartboard*, é substancialmente mais rápido iniciar comandos com um toque em qualquer parte da superfície do que iniciar o gesto de edição a partir da seleção das opções da moldura exterior.

1.5 Conclusão do estudo de tecnologia *State of the Art*.

A tecnologia *State of the Art* revista permitiu obter um ponto de vista abrangente da evolução da interação humano computador multitoque nas últimas décadas. Mas também concluir, que existem pelo menos dois ramos comuns a todo o desenho de interação, um qualitativo e outro contextual, relativos à qualidade dos produtos e ao número de destinatários e funções que devemos a ter em conta antes de iniciar o desenvolvimento de qualquer produto ou serviço digital.

Ou seja do ponto de vista contextual, se pretendo desenvolver um aplicativo científico, para uso individual ou em aula por jovens que frequentem o 3º ciclo, com idades entre os 12 e os 15 anos, qualitativamente posso optar por direcionar o formato do produto para suportes móveis multitoque, *tablet's* e *smartphone's*, para utilização em *browser* ou aplicativo, enquanto suportes e meios mais apelativos para jovens.

Do estudo anteriormente revisto, concluo que no app e interface a desenvolver, devo incluir uma estrutura WIMP para uso em PC e dispositivos móveis, suportado por ícones, imagens, menu, com suporte gestual e para rato. O app pode ainda incluir elementos multimédia que dinamizem a narrativa apresentada, de forma a realizar a ponte com outros aplicativos de mercado conhecidos dos utilizadores, e.g a posição e dimensão de menu e objetos de interação com feedback sonoro.

Deste modo, com o *state of the art* apresentado, há uma questão que se levanta:

Será que para o desenvolvimento de uma aplicação digital, o uso dos pressupostos qualitativos e contextuais mencionados, é suficiente para cativar a plena atenção e interesse dos utilizadores para o uso do aplicativo lúdico-didática?

2 - Interação Humano-Computador (IHC)

“we see the need of interaction design, as a discipline that, can create solutions with human and subjective qualities in a digital context,(...) when you are designing a keyboard for long hours of typing, you need to understand about tactile feedback for the keystrokes, and repetitive stress for the carpal tunnels.(...) Interaction design (narrow definition), the design of subjective, and qualitative aspects of everything. (broad definition) the design of everything that is both digital and interactive.”

[Moggridge06, 660],

Where Does Interaction Design Fit

Segundo Moggridge, para a criação de serviços, enquanto soluções proporcionados por estes produtos, os profissionais têm que ter em conta várias qualidades humanas e subjetivas, em função do contexto digital onde vão ser usadas. Embora muitas soluções de design sejam exemplos de ergonomia e utilidade, muitas mais são as que detêm as características opostas, principalmente no design do interface de aplicativos móveis, daí a importância de desenvolver soluções que tenham preocupação em minimizar o *stress físico* causado na IHC. No design interativo pelas razões anteriormente indicadas, não se deve criar serviços ou produtos que apenas sirvam os objetivos de troca de produtos e serviços, mas sim serviços e produtos que proporcionem uma sensação global, ao utilizador, de satisfação, conforto e sustentabilidade a longo prazo.

2.1 IHC – Lúdico-Educativa

Para realizar uma investigação mais aprofundada sobre este tipo de IHC, procedi à leitura e consulta do livro, “Mobile technology for children: designing for interaction and learning” [Allison09] onde são apresentados vários estudos de IHC a nível mundial, relativos ao uso de *smartphones*, brinquedos, e artefactos equipados com *software* realizado para crianças. Este livro destaca o importante papel das crianças nas fases de pesquisa e desenvolvimento de novos conceitos de IHC. Enquanto futuros utilizadores, nos estudos apresentados neste livro, a opinião dos mais novos é preponderante, nas fases de teste, validação, e apresentação de resultados, de aplicações, produtos e serviços.

A validação de protótipos com recurso a testes com crianças é demonstrado como vantajosa, entre outras razões, por muitas vezes se conseguirem demonstrar falhas óbvias, ignoradas pelas equipas desenvolvedoras.

Um exemplo demonstrativo disso é o caso do projeto de um livro de histórias convertido em aplicação móvel (iOS), testado por uma senhora de 73 anos e uma criança de nove. Na fase de testes, levantou-se o problema do ecrã do iPhone ser demasiado pequeno para ambos os utilizadores lerem, uma falha do sistema apontada pela criança, em conjunto com a sugestão de que deveria haver um botão que lhe contasse a história! Esta observação levou a que a equipa desenvolvedora posteriormente inserisse áudio-descrição na aplicação. [Allison09,126-127] (Figura 15). Outro caso de estudo de relevância foi realizado em Portugal, em duas escolas, uma no Porto e outra em Viseu, com 51 crianças dos 8 aos 11 anos, “*Geo Referenced Multisensory Messages with in a Collaborative Activiry - A Mobile Application*” [Allison09, 157-166]. Este estudo tinha por objetivo permitir aos grupos de crianças criar bases de dados via MMS, sobre flora, animais, geologia, problemas ambientais, recintos de jogos, com recurso a um telemóvel com teclado QWERTY³⁰, câmara fotográfica e gravador. Os utilizadores puderam criar mensagens multissensoriais que ajudaram à criação de uma rede social escolar sobre o que era comum e diferente nas duas escolas.

A experiência de registo do ambiente decorreu no recinto escolar, onde o menor número de mensagens criadas foi por falta de elementos sobre animais e geologia. Os restantes temas relatados foram registados fazendo uso dos diferentes tipos de *media* segundo o modelo de telemóvel usado, onde imperou o uso de imagens, seguido de texto, sons gravados e alguns *soundclips* de sistema.

As mensagens, foram depois partilhadas numa aplicação *online*, seguida de discussão entre alunos via chat. Ficou assim demonstrado que os telemóveis podem comportar um interface lúdico educativo e serem usados por crianças dos 8 aos 11 e que o teclado QWERTY permite a fácil inserção de texto em mensagens e pesquisar.



Figura 15 (Crianças a jogar o Senses@School)

O ensino tecnológico suportado por aplicações lúdico-didáticas dedicadas aos temas de estudo, que integrem interfaces e experiência de utilização apelativa à experiência de utilização de estudantes de várias idades, pode muito bem ser a diferença entre cativar uma mente para o estudo ou deixá-la ao insucesso. Primeiro que tudo por os temas educativos para jovens em geral não serem “palpáveis” ou diretamente experienciáveis em ambiente escolar.

³⁰Junho 2013 – Referência ao teclado QWERTY consultada em:
<http://en.wikipedia.org/wiki/QWERTY>

2.2 Programação Multitoque e Interface

Para o estudo desta temática consultei o livro “*Link Beginning iPhone and iPad Web Apps: scripting with HTML5, CSS3, and JavaScript*”, [Apers10]. Este manual trata todos os passos essenciais para criar aplicativos, móveis e de uso em *browser*, para novos programadores e utilizadores experientes, dos sistemas Apple iOS, Android ou Blackberry³¹. Neste capítulo são apresentadas metodologias, plataformas e bibliotecas de programação, para linguagem de programação visual em HTML5³², para formatação visual com CSS3³³ e programação interativa, em interfaces *mobile* com recurso a JavaScript³⁴.

Do quinto capítulo, *User Experience and Interface Guidelines*, [Apers10, 89], há a destacar as guias mestras para experiência de utilizador e criação de interfaces, onde são enfatizadas as diferenças de conceção para interfaces de dimensão reduzida, *smartphone* ou *tablet*, relativo ao desktop, já que o fator tamanho condiciona toda a interação de utilizador, design e programação “tradicional”, pois a IHC pode ser realizada em movimento. O capítulo treze, *Using Touch and Gesture Events* [Apers10, 367], (uso de eventos de toque e gestos), faz uma distinção clara de diferenciação do modo de interação do sistema iOS³⁵ perante outras plataformas, quanto à programação. Destaca que a função de programação *TouchEvent*s permite ser aplicada a um número múltiplo de objetos gráficos interativos por toque, para despoletar eventos no sistema com o arrasto dos mesmos em tela, assim despoletam ações de *scroll*, *drag* ou *swap*, consoante a intensidade de toque exercida pelo utilizador para percorrer listagens ou páginas. O sistema reconhece estes eventos através de funções comparativas entre tempos de toque *standard* de 500 milissegundos, segundo função *touchStart* (início), *touchMove* (durante), *touchEnd* (fim). Já os *GestureEvents* são um nível de eventos independentes que permitem reconhecer informação relativa à rotação e escala de objetos (*pivot and pinch gestures*) na interação do utilizador com dois ou mais dedos.

³¹Junho 2013 – Referência ao sistema Blackberry consultado em:
<http://us.blackberry.com/>

³²Junho 2013 – Referência à linguagem HTML5 consultada em:
<http://www.w3.org/html/wg/drafts/html/master/>

³³Junho 2013 – Referência à nomenclatura CSS consultada em:
<http://www.w3.org/TR/CSS/>

³⁴Junho 2013 – Referência à linguagem JavaScript consultada em:
http://www.w3.org/wiki/JavaScript_best_practices

³⁵Junho 2013 – Referência à acessibilidade IOS consultada em:
<http://www.apple.com/ios/>

2.3 Os interfaces Android e iOS

Serão diferentes o iOS e o Android? Ao pesquisarmos sobre relatórios comparativos dos dois sistemas, na rede surge um vasto número de respostas, e entre as que consultei aparece um dos *blogs* da comunidade IBM que apresenta um teste par a par dos dois aplicativos onde podemos descarregar aplicações para suportes móveis, os “app” na App Store e os “apk” no Android market³⁶.

Ambos os interfaces são semelhantes e consistentes no uso pleno do ecrã, quer na vista vertical e horizontal. Adaptam-se de modo preciso ao ecrã, e foram desenhados, para uso polivalente de gestos e posturas, e.g. com o polegar, em movimento, ou assente na mão ou objeto. Tanto a App Store como o Android market estão otimizados para a visualização de listas de produtos em linhas de ícones e descrição, apelativas em cor e forma, e onde as fontes de texto não serifadas de dimensão legível, também são regra. Já os menus de consulta dos *tops* de aplicativos, jogos e busca, apresentam-se no topo de ecrã (*header*) nos dois suportes. Ambos os interfaces usam o toque para seleção de função ou produto e o arrasto para visualizar mais opções de compra ou transferências. O espaçamento gráfico é evidente entre linhas e botões para evitar problemas como o “*fat finger*” e as cores dos sistemas são apelativas e contrastantes para navegação otimizada em velocidade e visibilidade.

2.3.1 Problemas de interação “*finger creep*”

*As I've already explained, static controls or virtual controllers are often challenging to use. No tactile feel means constant finger creep. Finger creep means users' fingers “slipping off the controls” because the user can't feel where they are.*³⁷

No uso prolongado de periféricos de entrada na IHC, *finger creep* é o termo dado para a falta de resposta dos dedos, quando “escorregam” dos controlos de interação. A falta de tração deriva do secar dos dedos nos gestos de contacto com ecrãs, teclas ou comandos. Mas no caso dos ecrãs táteis, também começa na falta de apoios tangíveis numa superfície lisa, onde por não haver referência física de controlos, os dedos têm tendência a sair de sítio, mesmo quando os forçamos a repetir interações desapoizadas no ecrã. Este fenómeno ocorre muitas vezes em jogos com comandos virtuais de posição fixa no ecrã.

³⁶Junho 2013 – Referência ao AndroidMarket, consultada em:
https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/abaa91ac-48f4-4bba-a00b-3da6b13e4c4c/entry/apple_app_store_vs_android_market14?lang=en

³⁷ Maio de 2013, Referência ao problema *Finger Creep*, consultada em:
<http://jazrignall.tumblr.com/post/19749064674/nine-golden-rules-for-touch-screen-game-controls>

Deste modo *finger creep* mostra-se como mais um exemplo, onde o utilizador rapidamente se cansa da postura em que utiliza suportes de IHC móvel, mas mesmo assim continua a usá-los. E porquê? Algumas das muitas razões apresentadas passam por os aplicativos num todo, cativarem a atenção e serem interativos ao devolverem *feedback's* “positivos” reflexos da IHC, e.g. um sorriso ganho através de uma notícia que nos alegra todo um dia ou período de tempo, ou o concluir de um jogo, enquanto sentimento de conquista. Estas entre outras emoções servem de incentivo á IHC.

3. Projeto de Investigação

De Outubro a Novembro de 2012, quotidianamente, levei a cabo a observação do uso genérico de serviços móveis, por utilizadores com *smartphone's* de várias idades e grupos sociais. Da observação concluí que o gesto preferido em geral era o toque e o *scroll*, nas mais variadas tarefas. De Abril e Maio de 2013, no nicho universitário da Universidade do Minho, numa amostra aleatória recolhida, o sistema operativo mais popular entre os estudantes utilizadores de *smartphone's* era o Android³⁸ e iOS³⁹; numa proporção de 7/10.

Os equipamentos iOS são mais caros e menos comuns, quando comparados aos sistemas operativos Android que equipam um sem número de operadoras móveis aos mais variados preços. Há contudo outros sistemas multitoque para além destes dois sistemas operativos como o Windows Phone 8⁴⁰, menos populares entre utilizadores ou outros sistemas operativos de fábrica que não oferecem um número de serviços pós-venda tão grande como os sistemas operativos Android e iOS ao permitirem a instalação de múltiplas atualizações.

Ainda sobre os restantes sistemas operativos móveis, há a destacar que, embora sejam atualizáveis, a maioria dos utilizadores não procede a atualizações por razões: de custo, inexistência ou não disponibilização de *updates online* por parte das marcas fora do país de origem, por não saberem proceder às atualizações ou mesmo por não deterem contratos de dados além dos de chamadas que permitam atualizar os sistemas. Este último argumento está presente no relatório de 2013 da consultora Deloitte. [Deloitte13]

Durante o projeto foi ainda realizada uma entrevista conjunta a dois estudantes cegos, com o intuito de conseguir apurar o grau de dificuldade e valências atuais na utilização de computa-

³⁸Junho 2013 – Referência ao Sistema Android consultadas em:

<http://developer.android.com/sdk/index.html>

³⁹Junho 2013 – Referência ao Sistema iOS consultado em:

<https://developer.apple.com/devcenter/ios/index.action>

⁴⁰Dezembro 2013 – Referência ao Sistema Windows Phone 8, consultada em:

<http://www.windowsphone.com/en-us/how-to/wp8/start/whats-new-in-windows-phone>

dor e *smartphone*, por forma a compreender como se desenrola o uso de serviços de comunicações e edição de dados em sistemas assistidos por voz, sem recurso a ecrã.

Desta entrevista concluí que graças ao recurso do sistema *VoiceOver*, a interação de um utilizador cego com um *tablet* ou *smartphone* dá-se sem sobressaltos no sistema operativo iOS e também no uso de aplicativos ou páginas de internet que possuam descrição de conteúdos. Outro dado retirado foi a importância das posições dos conteúdos, pois são passíveis de ser memorizadas e reconsultadas. A entrevista integral pode ser consultada em anexo digital.

3.1 Inquérito: Utilização de plataformas Multitoque

Para apurar escolhas e preferência em dados concretos sobre o uso mobile, criei um inquérito com objetivos claros de obter respostas sobre: a relação dos utilizadores com sistemas operativos e serviços, as preferências e dificuldades dos utilizadores no uso do tátil multitoque e tradicional, no quotidiano, tal como as expectativas futuras dos mesmos.

Para o efeito do inquérito, foi usada a ferramenta *online* Google Forms que possibilita redação, envio, preenchimento, recepção e processamento de dados estatísticos e apresentação em gráficos, por utilizadores em múltiplas plataformas. Após recolhidos os dados os mesmos foram tratados e graficamente uniformizados para apresentação.

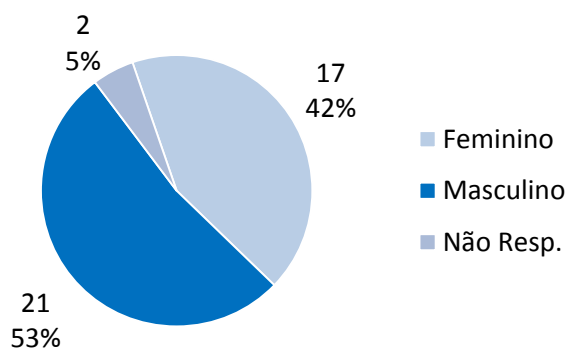


Gráfico 1 (Datas de inquérito e Género inquirido)

3.1.1 Apresentação de resultados

Após um inquérito preliminar e exploratório em Dezembro de 2012, em Março de 2013 foi realizado novo inquérito com 40 sujeitos, a uma amostra equilibrada entre géneros de utilizadores multitoque:

- (Gráfico 1) 53% Masculino, 42% do Feminino e dois inquéritos nulos 5%.
- (Gráfico 2) 60% entre 30 e 40 anos, 38% entre 15 e 30 anos;

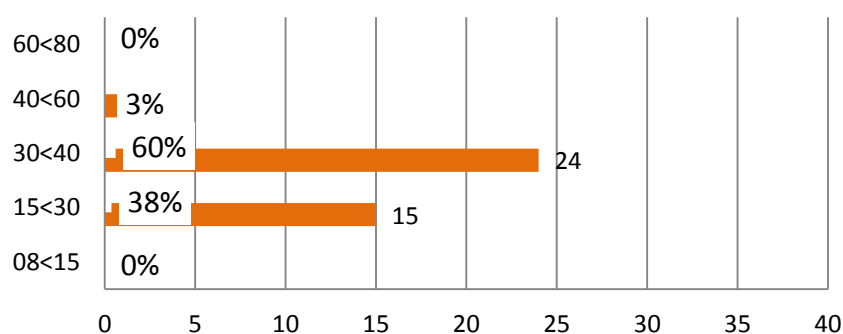


Gráfico 2 (Idade)

Com 88%, dos inquiridos a apresentar estudos universitários de vários níveis e 12% com o ensino secundário completo ou outros estudos (Gráfico 3).

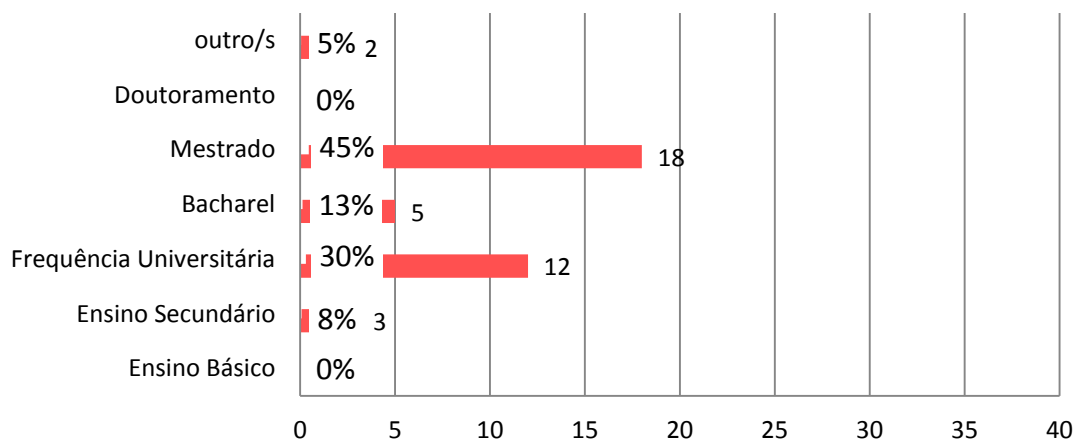


Gráfico 3 (Habilitações Literárias)

3.1.2 Ocupação profissional / uso do computador?

A importância da ocupação profissional destes utilizadores passa por entender quantos (Gráfico 4):

- Respondem uso diário no trabalho informatizado, 33%,
- São utilizadores júnior profissionalizados, 20%,
- São utilizadores PC, 25%,
- Utilizadores usam outras formas de interação, 12%.

Embora não tenha inquirido há quantos anos usavam sistemas de IHC multitoque por ser demasiado genérico enquanto questão, podemos deduzir que pelo menos 53% dos inquiridos são utilizadores de computadores com hábitos de responsabilidade, no que respeita ao padrão de inquérito de obter respostas de utilizadores familiarizados com IHC.

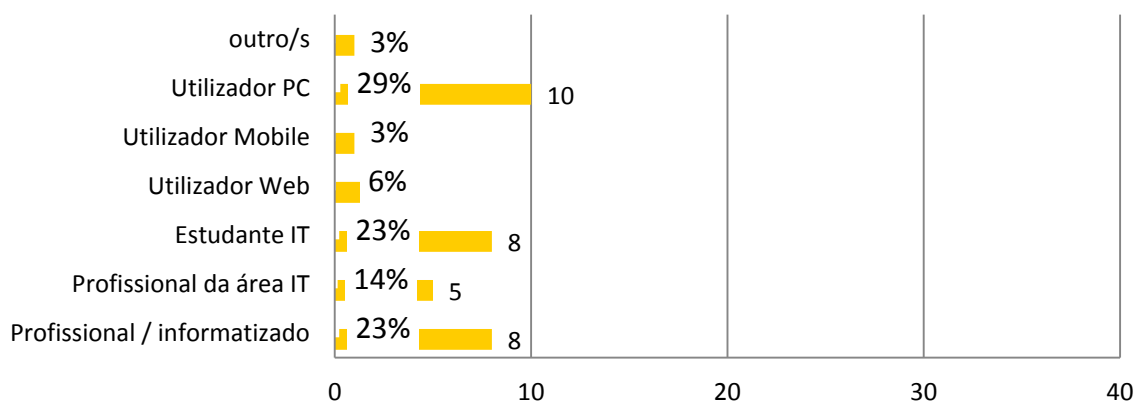


Gráfico 4 (Ocupação/uso do computador)

3.1.3 Usa um computador regularmente?

97% dos inquiridos responderam que sim, exceto uma pessoa que indicou uso semanal (Gráfico 5). Entre as possibilidades foi colocado ainda se usavam algumas vezes ao dia, 13%, várias vezes ao dia, 45%, ou de modo rotineiro no quotidiano, 28%. As opções de uso ocasional mensal ou sem regularidade não se mostraram nas intenções.

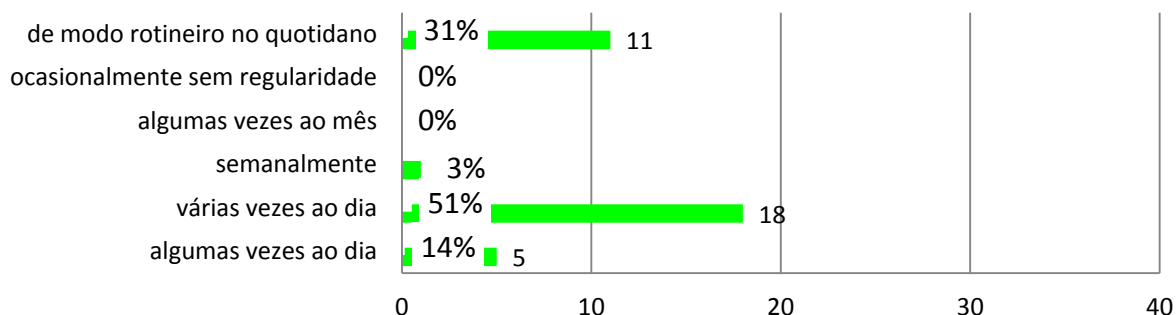


Gráfico 5 (Ocupação profissional / uso do Pc)

3.1.4 Em que locais usa mais o computador?

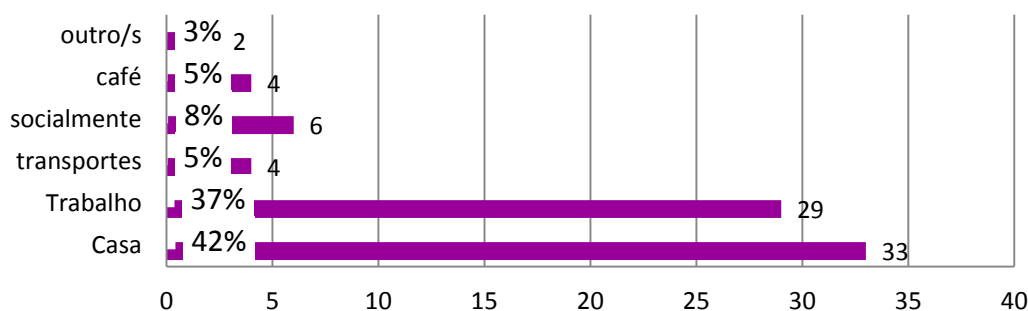


Gráfico 6 (Em que locais usa mais o computador?)

Esta pergunta respeitava apenas ao uso de computadores, vistos como sistemas de torre e ecrã separados, ou mesmo de computador portátil (Gráfico 6). 42% responderam usar mais o computador no trabalho, seguido, de 37% em casa, totalizando em conjunto quase 80% dos hábitos de utilização. Já, 5% das respostas, apontam para uso em transportes, e 15% para o uso em cafés e locais sociais, demonstrando já alguma alguma mobilidade.

3.1.5 Em que posturas usa mais um computador?

O maior número de respostas recaiu para uso de uma cadeira 58%, subdividindo-se ainda em uso de cadeira ergonómica com descanso cervical à secretária, 22% e uso à mesa sem cadeira ergonómica 36% (Gráfico 7). Estes dados não inviabilizam a corrente crescente de uso multidisciplinar pois a resposta, deitado ou recostado, obteve 27% das escolhas, e 15%, foram dados a outras formas de IHC.

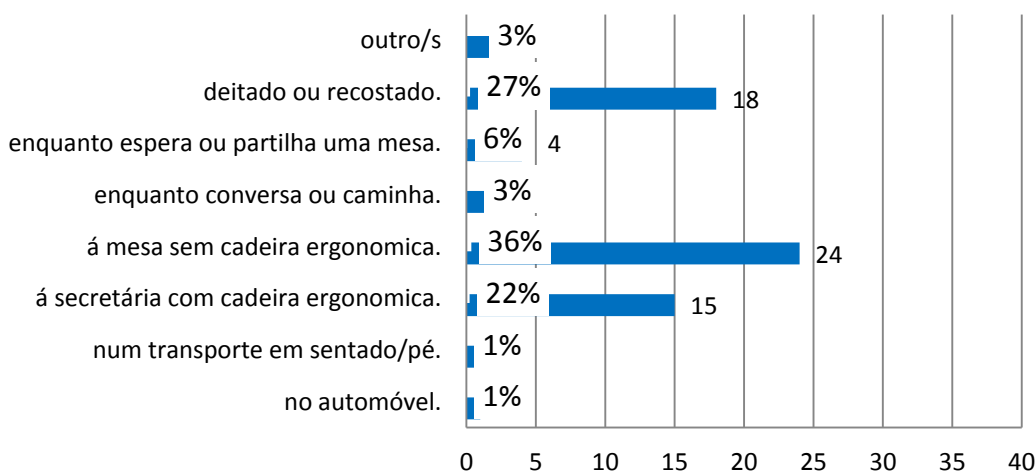


Gráfico 7 (Em que posturas usa mais um computador?)

3.1.6 Entre as opções combine a sua plataforma favorita!

A resposta maioritária conseguida dos inquiridos foi a de preferirem interagir com um Pc portátil - 42%, equipado com Windows - 41%, através do *browser* Mozilla Firefox, 25% (Gráfico 8). Por último, talvez por serem produtos mais antigos, mais específicos, ou menos publicitados no mercado, surge a preferência pelo PC de secretária - 9%, S.O. Linux - 5%, *browser* Opera - 5%, recolhendo os índices mais baixos do inquérito. Sobre as preferências (Gráfico 9) entre *smartphone* - 16% e *tablet* - 13%, e entre iOS/MAC - 16% e Android - 14%, estes valores comprovam a relação de similaridade entre sistemas e de satisfação dos clientes com a IHC táctil em *frameworks* rivais.

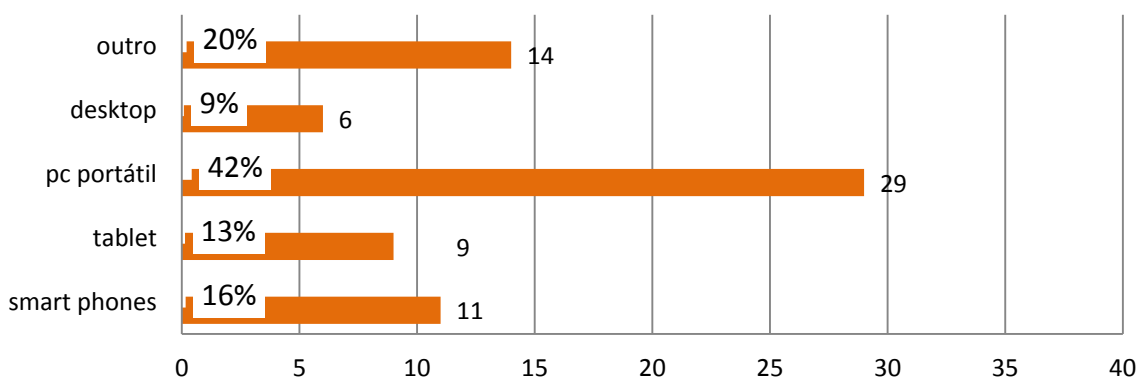


Gráfico 8 (Plataforma favorita para IHC?)

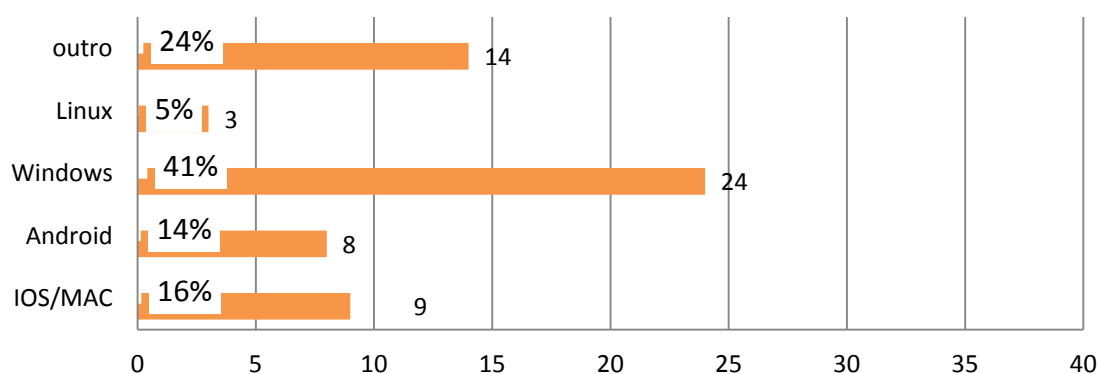


Gráfico 9 (Plataforma favorita para IHC?)

3.1.7 Como prefere interagir e que entraves encontra no uso do computador?

A preferência de interação é dada ao sistema teclado/rato, 74% das escolhas, contra 26% para os ecrãs de toque (Gráfico 10). Estes dados confirmam a tendência anteriormente exposta de 26% a 35% dos utilizadores tradicionais já usarem o multitoque.

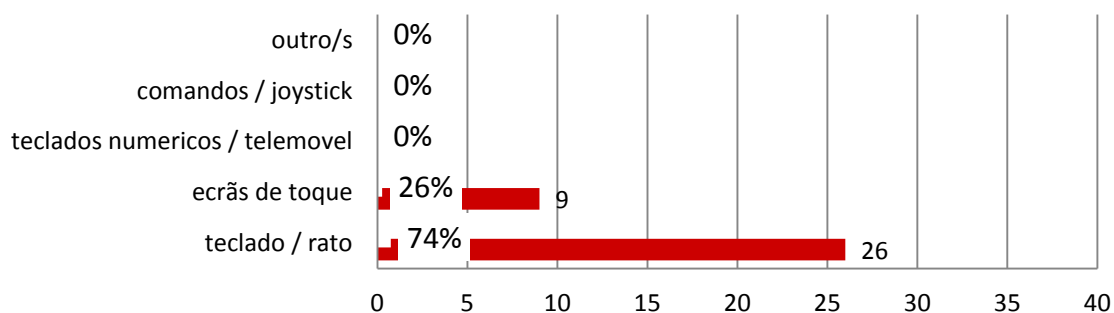


Gráfico 10 (Como prefere interagir com o computador?)

Quanto ao uso, os resultados obtidos no inquérito realizado em Março mostram que 55% das respostas apontam para o uso dado à IHC, absorvidos em *browser* (Gráfico 11). Já os remanescentes serviços *offline*, como o Office e *Software offline*, neste inquérito reúnem 23% das preferências, sublinhando a transição gradual de serviços para uso *online*.

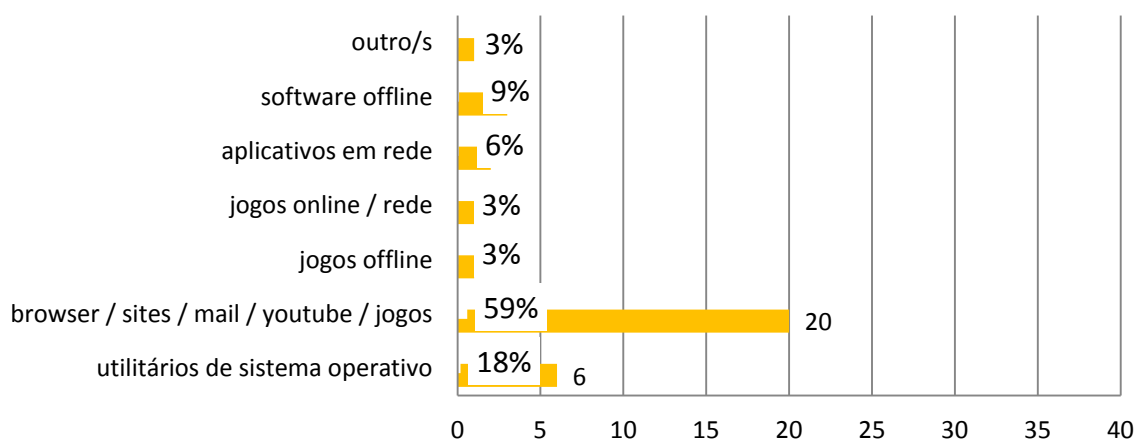


Gráfico 11 (Que uso prefere dar a um computador?)

A que nível de uso o computador induz os entraves indicados? (Gráfico 12) Os entraves apontados à IHC foram, *popups*, publicidade, *spam*, *malware* e vírus, com 62% das respostas, seguidos do login com 15%, conteúdos nocivos com 13% e erros de sistema com 10%.

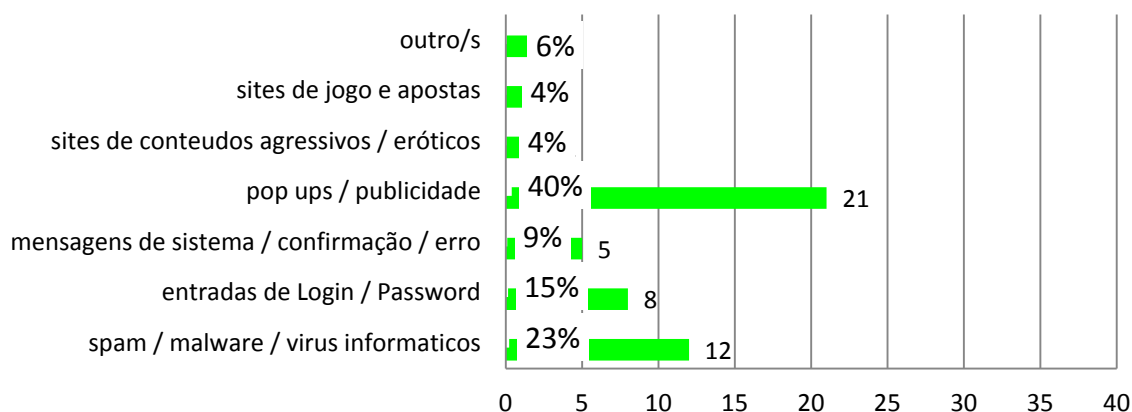


Gráfico 12 (Quais são os principais entraves á sua navegação e uso actuais?)

A resposta às ações onde sucedem os entraves no uso de serviços conduz às seguintes percentagens e conclusões (Gráfico 13): *e-mail* e redes sociais 33%; pesquisa de recursos multimédia e informação 33% e trabalho e estudo, 27%.

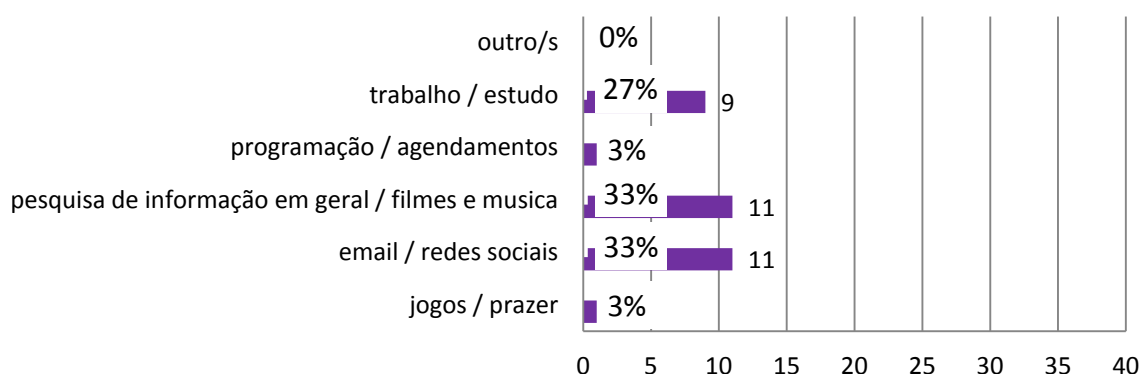


Gráfico 13 (A que nível do uso computador, sucedem os entraves antes indicados?)

Deste modo, verificamos que o problema *popup* e vírus são os maiores entraves encontrados no principal uso dado à IHC na navegação em *browser* no sistema Android e PC. Neste meio, as tentativas de intrusão nos dados pessoais veiculam-se por janelas publicitárias ou aceitação de convites, que aparecem em paralelo à IHC, como chamadas de atenção contínuas. Assim sendo, levanta-se a questão de como resolver estes entraves à IHC, quando a publicidade é um dos principais veículos de financiamento, dos conteúdos e serviços em *online*, que se deseja usufruir?

3.1.8 No uso de um ecrã tátil, que gesto prefere para "navegar"?

Para navegar em *browser* o gesto *tap* toque - 63%, mostra-se como favorito de uma maioria acentuada, este percentual já havia sido denotado em observação de utilização (Gráfico 14). O segundo gesto mais usado é o *drag* arrastar - 20%, que funciona como *scroll*, e ainda está evidenciado o gosto pelo gesto *swipe*, 6%, usado de modo rápido para trocar objetos ou rever listagens de imagens ou texto.

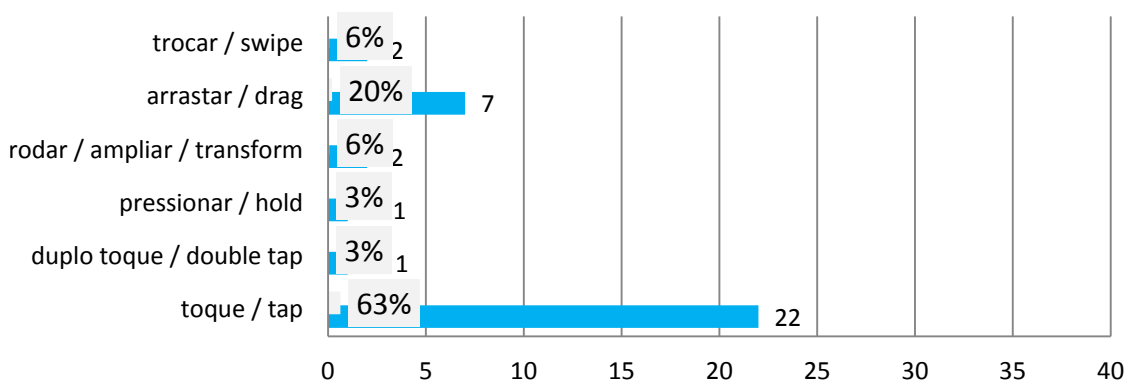


Gráfico 14 (No uso de um ecrã tátil, que gesto prefere para "navegar"?)

3.1.9 Para leitura e edição do *e-mail*, indique o gesto preferido?

Para a ação de leitura e edição de *e-mail*, entre as opções disponíveis prevalece o *tap* toque por já ter um antecedente forte da máquina de escrever e teclado - 63% (Gráfico 15). O duplo toque / *double tap* - 14%, é muitas vezes usado para acesso ou modo de confirmação. O *drag* /arrastar - 5%, é recorrente na edição de imagens em aplicações, serviços e *e-mail*.

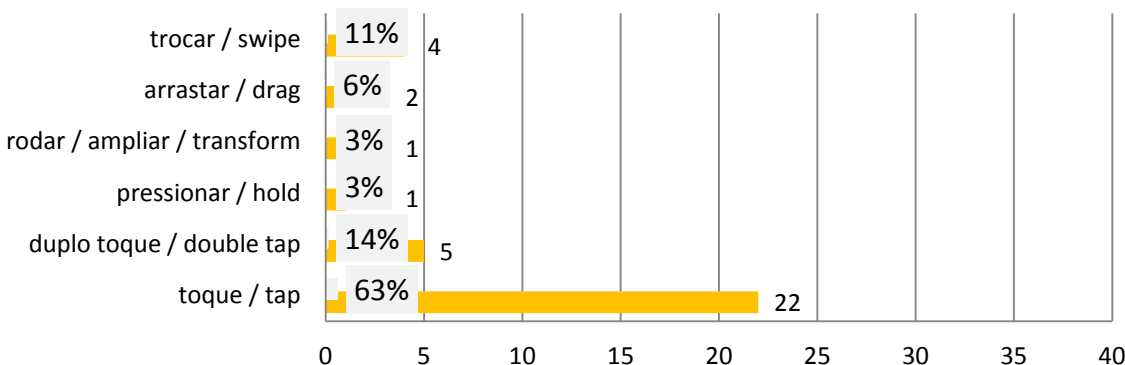


Gráfico 15 (Para leitura e edição do e-mail, indique o gestos preferido?)

3.1.10 E o seu gesto predileto para jogar?

Os gestos nos jogos como em aplicativos estão associados a mecânicas multitoque como a seleção e mover de objetos (Gráfico 16). Os utilizadores responderam usar o *tap*/toque - 63%, e o *drag*/arrastar - 19%, estes gestos são igualmente comuns para a troca faseada da posição de objetos ou desbloquear de caminhos. Por último, nas preferências, aparece o gesto *swipe*/trocar – recolhendo 9% das preferências para jogos de interação multitoque.

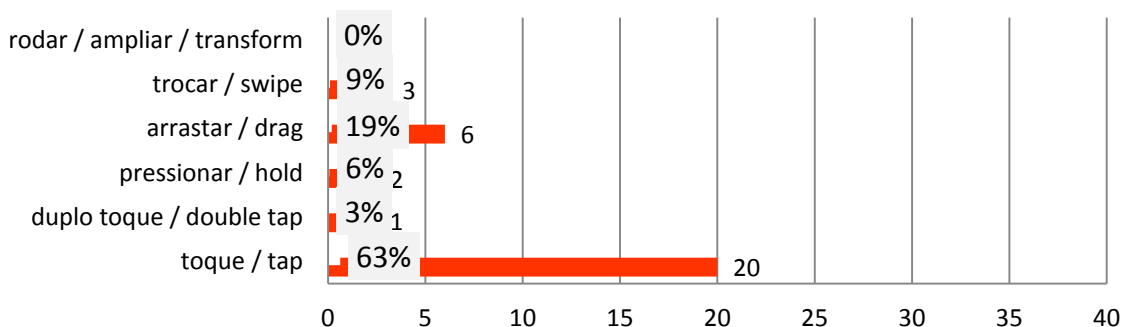


Gráfico 16 (E o seu gesto predileto para jogar?)

3.1.11 Que tipo de feedback informativo prefere na interação e porquê?

Os *feedback's* preferidos são: visual - 41%, audiovisual - 33%, multimédia -15% e 5% para o sinal sonoro (Gráfico 17).

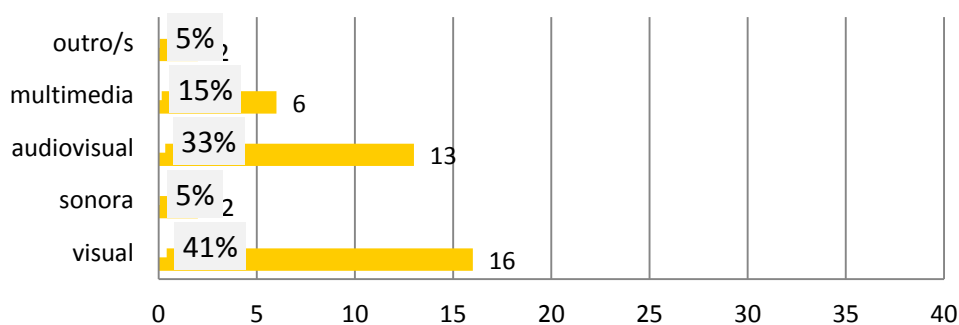


Gráfico 17 (Que tipo de feedback informativo prefere receber da interação?)

Sobre razões a que se atribuem as preferências, estas foram: (visual) - 31% que mantêm o interesse e são um estímulo a continuar, (audiovisual) - 29% chamam a atenção e diferenciam-se, (multimédia) 23% - informam e adicionam prazer à interação, (sonoro) - 17% pois evitam distrações e mantêm a concentração (Gráfico 18).

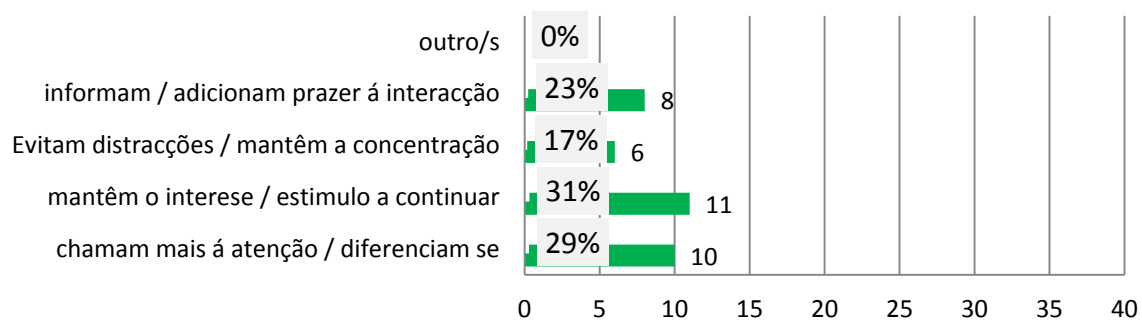


Gráfico 18 (Porque prefere o tipo de feedback indicado anteriormente?)

3.1.12 Que inovações, adicionaria aos atuais sistemas multitoque?

Entre as inovações indicadas, as preferências foram (Gráfico 19): maior sensibilidade / maior velocidade de reconhecimento de toque - 37%, reconhecimento de impressões digitais / texturas - 22%, vibração / reconhecimento de diferentes tipos de pressão - 20%, flexibilidade de suportes / ergonomia personalizada, 11%, projecção infravermelha de teclados e zonas de interação - 9%.

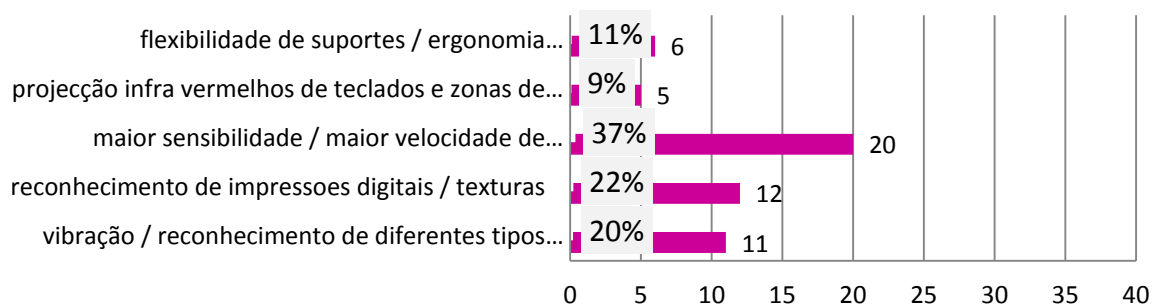


Gráfico 19 (Que inovações, adicionaria aos atuais sistemas multitoque?)

Já o destino destas inovações seria a visualização / processamento de dados - 36%, jogabilidade / interação - 18%, segurança / reconhecimento - 18%, leitura de *e-mails* / edição, 16% - novos utilizadores / incapacitados - 11% (Gráfico 20).

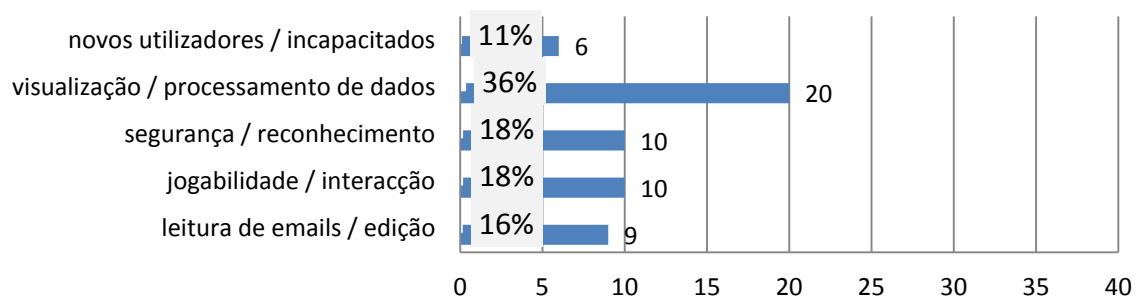


Gráfico 20 (Para que utilizações revia a resposta anterior?)

3.2 Análise de resultados e soluções *state-of-the-art*

No nicho de mercado investigado, o Android é o sistema mais comum, entre equipamentos disponíveis adotados por utilizadores. Na interação deste sistema o design mais comum faz-se através de uma transição dos gestos usados com objetos analógicos, como o associado à leitura de um livro, o folhear, para gestos de interação digital, como o *drag* ou *swipe*, onde o arrastar de um qualquer dedo/s no ecrã, por norma o indicador, permite navegar, saltar entre páginas e conteúdos.

O sistema Android usa também as premissas dos sistemas GUI, onde *mouseClick* mudou a toque/*tap* e é usado para quase todas as tarefas ou funções genéricas de execução de conteúdos tal como nos sistemas WIMP.

Uma inovação que parece não ter precedente e que, muitas vezes, não é usada pelos utilizadores é o *pinch* (beliscar), mas a função amplia conteúdos com o arrastar de dois dedos em direções opostas, por norma o indicador e polegar esticam (redimensionam) a imagem. A função ampliar também está associada ao duplo toque, como no caso da leitura de documentos pdf.

Deste modo, a inclusão dos gestos drag, tap e pinch, num apk lúdico didático, com maior relevo para o drag, demonstra ser essencial para o desenho da experiência de utilizador, por já serem gestos conhecidos e no inquérito recolherem a preferência de uso na IHC.

Os sistemas operativos e *hardware* multitoque apresentam diversos entraves: a velocidade de resposta do computador ao *input* gestual ocorrem quando a memória do dispositivo está sobrecarregada por aplicativos ativos ou a bateria está fraca. Por sua vez, a interação programada pode obrigar a tempos de espera entre ações, razão suficiente para a desistência de uso da tarefa atual ou aplicativo em preferência de sistemas de resposta “imediata” como os aplicativos móveis de IHC gestual. Daí que procurei saber quais os serviços preferidos entre os utilizadores à data de pesquisa e gestos associados. Da pesquisa no Android market, os gestos mais utilizados nos principais aplicativos transferidos são o toque e o arrastar, como no jogo “Fruit Ninja” em que o toque é usado como modo de entrada no jogo, o utilizador têm tempos de espera curtos para iniciar o jogo e rapidamente é pedido ao jogador que faça uso de rápidas sequências de arrasto para acompanhar as sequências audiovisuais de IHC, extremamente ricas em cores, efeitos e sons.

Top Apps Android market ⁴¹					
		Games		Apps	
		Top paid	Top free	Top free	Top paid
1	Nome	Where's My Water?	Angry Birds	Facebook	Beautiful Widgets Pro
	Função	Estratégia	Estratégia	Rede social	Meteorologia
	Gesto	Arrasto	Arrasto	Toque	Toque
	Downloads	(127,675)	(1,611,584)	(6,828,110)	(83,267)
	Preço	0,76 €	0,00 €	0,00 €	2,99 €
2	Nome	Asphalt 7: Heat	Candy Crush Saga	Instagram	Poweramp
	Função	Corridas	Puzzle	Fotografia	Musica
	Gesto	Tilt	Arrasto	Toque	Toque
	Downloads	(112,674)	(745,185)	(4,073,651)	(55,847)
	Preço	0,89 €	0,00 €	0,00 €	3,09 €
3	Nome	Minecraft	Fruit Ninja Free	WhatsApp	Tapatalk 2
	Função	Construção	Arcade	Mensagens	Forums reader
	Gesto	Arrasto	Arrasto	Toque	Toque
	Downloads	(95,158)	(566,660)	(2,846,551)	(55,033)
	Preço	5,49 €	0,00 €	0,00 €	2,29 €
4	Nome	Cut the Rope	Hill Climb Racing	Tiny Flashlight	Camera ZOOM FX
	Função	Estratégia	Condução	Lanterna	Fotografia
	Gesto	Arrasto	toque	Toque	Toque
	Downloads	(46,324)	(525,340)	(1,622,491)	(48,805)
	Preço	0,68 €	0,00 €	0,00 €	1,99 €
5	Nome	Fruit Ninja	Pou	Skype -	Titanium Backup PRO
	Função	Arcade	Lógica	Video Conferência	Backup
	Gesto	Arrasto	Arrasto	Toque	Toque
	Downloads	(38,106)	(477,126)	(1,062,718)	(40,558)
	Preço	0,93 €	0,00 €	0,00 €	4,99 €
Nota: os números de Downloads apresentados, baseiam se em reviews de descarregamentos					

Tabela 4 (Jogos mais populares do Android market)

Numa análise feita à disparidade de *downloads* entre aplicações pagas e grátis, na tabela 4, podemos concluir que o “Fruit Ninja” é o único aplicativo enquanto jogo de ação *Arcade*, presente nos formatos pago e grátis, *Top paid* e *Top free* (Acima de 500 000 pessoas descarregaram o jogo grátis vs 38 000 compras). Assim, o Fruit Ninja reconfirma o indicador de o arrasto/*swipe* ser um dos gestos interativos mais entusiasmantes, e.g. referência ao Primeiro-ministro Britânico em 2013:

⁴¹ Maio de 2013, Referência ao Android market, consultada em:
http://android.mob.org/sort_popular_down/

*“The Prime Minister is said to be obsessed with the cult game Fruit Ninja, in which players swipe their fingers across a screen to slice through moving images of pieces of melon, orange and pineapple.”*⁴²

As aplicações mais descarregadas são as de comunicação e ou redes sociais, como o Facebook com 6.000.000 de unidades transferidas e o Instagram com mais de 4.000.000. Estes indicadores diretos mostram que os sistemas simples de IHC por toque (tap) são suficientes para cativar o uso, quando existe uma motivação mais forte associada à interação, neste caso a comunicação e partilha de fotografias de momentos de vida.

Ainda sobre a Tabela 4, dentro do top 5 de descarregamentos, o gesto principal de IHC em quatro é o arrasto e apenas pede o uso dos dois polegares em multitoque. Em Minecraft⁴³, jogo de criação de um mundo próprio, a interação desenvolve-se entre combinações de toque e arrasto de objetos, com ambos os polegares em arrasto.

Outro aplicativo com mais de 100.000 cópias vendidas é o “Asphalt 7: Heat”⁴⁴, um simulador automóvel onde a IHC pode ser feita com o gesto *tilt*, ao inclinar o dispositivo para direccionar o “carro”. O acelerómetro do *hardware* mede o sentido e inclinação tri-axial do dispositivo, através dos valores medidos (x,y,z) que acionam movimentos visuais à esquerda, direita, cima e baixo. No “Asphalt 7” o jogador começa por seleccionar o modo de jogo por toque para as escolhas efetuadas e usa o arrasto para navegar nos menus disponibilizados. No modo jogo, inicia-se um modo híbrido, onde a inclinação do artefacto (tilt) origina ação esquerda e direita para virar, e o toque (tap) associa-se a comandos virtuais (botões) para uso dos polegares para travar e acelerar..

Assim conclui-se que o toque em si não deixa de ser uma ferramenta extremamente popular associada ao arrasto em pequenas funções. Daí resulta que o toque possa estar associado à execução concreta de uma ação, e seja a função primordial para ações de responsabilidade e assertividade, em que a necessidade de confirmação plena substitui o entusiasmo. Já o arrasto é a função mais entusiasta para jogos ou personalização de escolhas e conduz ao entusiasmo e prazer, num sistema de IHC multitoque, reafirmando as relações antes conseguidas a partir da análise do inquérito.

⁴² Maio de 2013, Referência ao Primeiro-Ministro Britânico, David Cameron, consultada em: <http://www.dailymail.co.uk/debate/article-2147519/David-Cameron-fruit-ninja-reality-dodger.html>

⁴³ Maio de 2013, Anúncio Vídeo do jogo Minecraft, consultada em: https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=D2Z9oKTzrM
Maio de 2013, Vídeo *Review* ao jogo Asphalt 7, por Tbone Jobs, consultada em:

⁴⁴ <http://www.youtube.com/watch?v=p7DyGW0ntp8>

Uma entre várias razões para que os *feedback's* visuais (composições com múltiplos elementos gráficos), audiovisuais (som e imagem) e multimédia (som, imagem, texto) estejam entre as preferências dos utilizadores inquiridos (Gráfico 15 e 15.1), passa pelo facto do ser humano, tal como outros seres vivos, ser multissensorial, por isso ser atribuída maior importância a *feedback's* compostos que mais se aproximem da interação natural.

O facto do Homem, ser multissensorial na sua interação com o mundo leva a que os utilizadores prefiram um *feedback* de interação com recurso a elementos visuais e audiovisuais. E que complementem uma necessidade natural, de estímulos complexos para a compreensão de um tema ou para o uso de recursos de modo a concluir tarefas. Mas o conjunto atual de estímulos oferecido na interação tátil humano computador são bastante “básicos”.

A título de exemplo cito a empresa IBM e o projeto de investigação do uso dos 5 sentidos para compreensão e aprendizagem⁴⁵, onde surge numa sondagem, por ordem decrescente, a visão, a audição, o toque, o olfato e o gosto, como os sentidos preferidos para a IHC. A empresa IBM, procura estimular a atenção do futuro público, para a inovação de novas características nos sistemas multitoque como a caracterização de elementos em ecrã tátil, por via de diferentes vibrações, para diferentes tipos de resposta de sistema. Desta forma ambiciona-se melhor caracterizar a IHC e fazer com que o utilizador se sinta mais satisfeito, por forma a diminuir a atual frustração resultante da basicidade de resposta do sistema relativo ao esforço de interação do utilizador.

3.3 Análise da pesquisa pós-inquérito e conclusões

Em dada altura, na fase pós-inquérito, inquiri-me sobre - qual o jogo multitoque do momento e porquê? E para a obtenção da resposta entrevistei 5 estudantes universitários entre os 19 e 21 anos, utilizadores de videojogos em *tablet* e *smartphone*. A resposta dentro daquele grupo de amigos foi imediata: “Hungry Shark Evolution”⁴⁶ (Figura 16) produzido pela Future Games of London com mais de 5 milhões de *reviews*.

Este aplicativo funciona em modo *tilt* ou *touch*; o modo *tilt* é mais emotivo por fazer uso do dos braços e tronco, e o *touch* é mais preciso. O personagem de jogo é um tubarão, no oceano, que evo-

⁴⁵Julho de 2013, Referência ao estudo IBM 5 in 5, consultada em:
http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibm_predictions_for_future/ideas/

⁴⁶Maio de 2013, Referência ao jogo Hungry Shark Evolution, na Play Store, consultada em:
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fgol.HungrySharkEvolution&hl=pt_PT.

lui enquanto se alimenta, em que objetivo do jogo passa por não deixar “morrer” o tubarão ao mantê-lo alimentado, o maior tempo possível.

Uma das entrevistas revelou que um dos “records” pessoais estava em mais de 30 minutos seguidos de interação. Já o teste do jogo, revelou grafismo e som de alta qualidade, grande diversidade de situações e obstáculos oferecidos.

Uma função adicional de jogo é o *hold/slide*, o pressionar contínuo do ecrã e deslizar do dedo acelera a ação para completar objetivos e tarefas intermédias, ou pode ter a função de informar o jogador sobre o decorrer do jogo através de texto emotivo. Outra forma de interagir é a possibilidade realizar novos máximos de diferentes formas e de partilhar *scores*. No entanto, o melhor do jogo revelou ser mesmo o emocionante controlo de ação através do *tilt*, dado confirmado como o fator decisivo na escolha de jogo e dispositivo de eleição dos alunos.



Figura 16 (Hungry Shark Evolution apk)

Para concluir, pudemos ver através de inquéritos, entrevistas, pesquisa de conteúdos e análise de aplicativos, que entre os gestos possíveis para execução de comandos e ações, o toque (*tap*) é o mais utilizado em sistemas iOS e Android ⁴⁷, enquanto para visualizar opções fora do ecrã, leitura ou jogar, o gesto ideal é o arrasto (*drag*). Ambas as funções derivam da experiência de utilização no uso de rato, com *click* de botão para selecionar, uso da roda de *scroll* para ler, sem esquecer o *DragAndDrop* para interagir e jogar, que igualmente foi associado ao gesto *drag*.

⁴⁷ Novembro de 2013, exemplo dos gestos mais utilizados em iOS e Android, consultada em: <https://www.youtube.com/watch?v=8cz82QzEDx0>

4. Protótipo

A construção de um aplicativo lúdico didático pressupõe, antes de mais, o estudo e pesquisa de conteúdos acadêmicos, para a evidente inclusão dos mesmos no aplicativo a testar, a validar e a divulgar. Seguindo esta linha de pensamento, optei por explorar o tema científico da origem do Universo, por na minha atividade enquanto formador de jovens na área tecnológica, já haver detetado lacunas na compreensão deste tipo de conteúdos teóricos. Com isto procedi à recolha do conteúdo teórico que se segue, para o incluir numa aplicação em que estudantes de terceiro ciclo, pudessem associar experiências audiovisuais a noções concretas por força das sinestesias gerada a partir da IHC, e ganhar maior compreensão sobre um tema que, por norma, não desperta a atenção de grande parte dos alunos. Portanto, um dos principais objetivos passa por conseguir que os jovens ao usar este tipo de conteúdos dentro e fora da sala de aula, mais facilmente compreendam e memorizem palavras, noções e conceitos teóricos, sem dependerem tanto da capacidade dos professores em transmitir os mesmos.

4.1 Narrativa científica do protótipo: “*iBlob. Uma aventura na Terra*”

Estima-se que a formação do Universo se iniciou há 15 biliões de anos [15 Mil Milhões de anos] com uma explosão a que se chama BigBang.⁴⁸ Esta explosão gerou uma quantidade de energia imensurável (a alta temperatura) que inicialmente [-14,700 Ma] originou átomos de hidrogénio e hélio que se conjugaram em moléculas e que ao longo de um bilião de anos [-13,700 Ma], num processo exponencial de conjugação de elementos formaram nuvens de gases, estrelas e galáxias, devido ao arrefecimento gradual dos elementos resultantes desta super explosão.

Com a gravidade cósmica estabelecida que impulsiona os corpos celestes em movimento de velocidade constante, estabelece-se um equilíbrio universal, e 9 biliões de anos depois [-4,700 Ma] pelo fenómeno de Acreção⁴⁹. O espaço está cheio de detritos rochosos, estes formam-se pela compressão de gases que formam estruturas densas (nuvens) que ao arrefecerem originam partículas, que agregadas estão na origem das rochas deambulantes no vazio do cosmos a que chamamos meteoros.

Nesta mesma altura forma-se o Sol e o protossistema solar. A principal força acressora é a gravidade, resultante da influência (razão) da distância e peso dos corpos celestes no vácuo. É também esta força que faz com que meteoros choquem uns com os outros e é este processo ao longo de muito tempo multiplicado, várias vezes, que faz com se juntem em corpos enormes, incandescen-

⁴⁸ Janeiro de 2014, Referência a BigBang, retirada dos conteúdos do Instituto de Geociências e Ciências Exatas: <http://www.rc.unesp.br/igce/petrologia/nardy/GRTU.pdf>

⁴⁹ Abril de 2013, Referência a Acreção, retirada do documentário, National Geographic: The Story of Earth: <http://www.youtube.com/watch?v=Xsn3wpVAcjk>

tes, (à temperatura de 1200 graus celsius), tal como aconteceu em mais de uma centena planetas no sistema solar. Esta energia originária do BigBang, não desapareceu, mas apenas mudou de forma, sendo o planeta Terra um dos seus resultados há cerca de [-4500 Ma].

Por essa altura a Terra é uma massa incandescente em fusão e a gravidade faz com que gire em torno do Sol, mas também com que os metais e gases no seu interior, originários dos meteoros conjugados, se movam, concentrando os mais pesados no centro em estado líquido e fazendo com que os mais leves sejam expelidos. Esta é a razão para que a superfície da Terra nesta fase seja formada principalmente por lava, gás carbono, nitrogénio e água em forma de vapor, o principal elemento para a existência de vida futura.

Durante este processo, a Lua nasce da colisão entre a Terra e o proto planeta Theia⁵⁰ do tamanho de Marte. O choque originou uma nuvem de detritos enorme, expelidos para órbita terrestre, que num espaço de apenas 20,000 anos, a gravidade, através da acreção dos elementos, junta os detritos originados do choque, e estes concentram-se num ponto de equilíbrio entre a Terra e o Sol, até formarem uma massa concentrada incandescente a que chamamos hoje de Lua. A proximidade desta à Terra faz com que um dia dure apenas 6h e a Terra continue um processo de arrefecimento, acelerado pelo bombardeamento de radiações e ressonâncias magnéticas, também importantes nos processos químicos de dissociação da água, potenciação e reformulação molecular, originários da atmosfera primitiva.

Igualmente colidiram com a Terra inúmeros meteoros que transportavam a água, sódio (sal) e metais como ferro, ouro entre outros, e que ao chocarem com a superfície da massa incandescente da Terra formam pequenas poças de água, poças essas que formaram lagos, e mares, que se conjugaram num super Oceano. Este processo é de grande importância, pois acelera o processo de arrefecimento da superfície a que chamamos de crosta. Nesta fase [-3,900M] a Lua ainda está muito próxima da Terra e faz com que ventos e marés se conjuguem numa super-tempestade, que dura cerca de 20 Ma, e só acalma com o afastamento gradual da lua, para a posição atual.

[-3,800M] Durante todo este processo, os gases e metais mais leves originais continuaram a eclodir do centro terrestre por força da pressão da massa de água e força centrífuga exercida no núcleo pela rotação da Terra.

Assim, a massa fria de água à superfície arrefece os metais expelidos e formam-se ilhas vulcânicas, que se juntam gradualmente até originar o primeiro super continente Ur [-3,000 Ma]. Deste proto-continente, têm origem os continentes Rodónia [-1100 Ma], seguido de Pannótia [-600 Ma], e o ancestral super continente Pangea⁵¹ [-255 Ma], que cobria 30% da superfície terrestre, e que se separa através de movimentos de convecção subtectónicos no manto terrestre, resultantes da força de gravitação universal exercida sobre a Terra e do movimento e distância do complexo Terra-Lua em torno do Sol⁵².

⁵⁰ Abril de 2013, Referência a *Giant impact hypothe*.

https://en.wikipedia.org/wiki/Giant_impact_hypothesis

⁵¹ Abril de 2013, Referência a *Why did Pangea break apart?*

<http://answers.yahoo.com/question/index?qid=20111116184605AAWfkHB>

⁵² Abril de 2013, Referência a *gravitação universal*:

<http://www.geodynamics.org/cig/highlights/structures.jpg/view>

Origina-se, deste modo, a distribuição atual da massa terrestre à superfície [-50 Ma] como a conhecemos em 7 continentes, através do processo de movimentos de convecção do magma no manto terrestre, que perpetuam e fazem com que a forma e posição dos continentes na superfície do globo terrestre atual continuem a evoluir.

4.2 Sinopse conceptual - “iBlob: Uma aventura na Terra”

O propósito da criação deste aplicativo destinado a sistemas Android, foi o de desenvolver e estudar melhores linhas guia de desenvolvimento de interação, com comandos multitoque numa *aplicação* didática. Assim com o propósito de testar o potencial da interação multitoque, nasceu a ideia de criar o “iBlob: Uma aventura na Terra”. O “iBlob” é composto por cinco níveis desenvolvidos e um sexto contemplado como trabalhos futuros:

- I – BigBang e subnível: Isótopos
- II - Formação dos átomos;
- III – Moléculas;
- IV – Nublosas;
- V – Meteoros;
- (Trabalhos futuros) - VI - Terra.

Os níveis funcionam de modo sequencial para levar o utilizador a percorrer uma lógica cronológica da formação física dos elementos universais segundo paradigmas científicos geológicos e cosmológicos atuais. No “iBlob” o utilizador descobre os principais acontecimentos físicos que levaram à formação da Terra ao longo de 15 mil milhões de anos, através de gestos de agregação de elementos, que simulam a ação da força de gravitação Universal sobre os elementos e corpos celestes.

4.3 Desenvolvimento do protótipo: Fase inicial

Numa primeira abordagem à construção do protótipo de IHC multitoque, optei pelo uso do *software* Flash e ActionScript 2, e da função *Mouse_DOWN*, para ações de interação. A IHC, desenvolvida com recurso a Rato, realizava-se de modo sequencial, e a cada *click*, de ação,

resultava uma animação audiovisual fundamentada no conceito base da ilustração usada no livro *Bunny Suicides*⁵³ de registo cómico (Figura 17).

O ponto positivo deste teste foi provar que seria possível desenvolver uma narrativa audiovisual através do uso do Flash. O ponto negativo, do ensaio: o uso de *Mouse input*, que enquanto indicador de ecrã (x,z), apenas possibilita a seleção de um item de cada vez.

Na resolução do problema descrito, optou-se por desenvolver o aplicativo em JavaScript e fazer uso de bibliotecas de eventos por toque como a EaselJS e de funções como *DragAndDrop*⁵⁴(*Pressmove event*) onde é possível usar múltiplos *Mouse Input* (Figura 31), em ambiente *browser*. O código exemplo testado pode ser consultado e reutilizado a partir do Anexo IV.

Mousedown && Pressmove EaselJs script e.g.

```
// using "on" binds the listener to the scope of the currentTarget by default
// in this case that means it executes in the scope of the button.

bitmap.on("mousedown", function(evt) {
    this.parent.addChild(this);
    this.offset = {x:this.x-evt.stageX, y:this.y-evt.stageY};
});

// the pressmove event is dispatched when the mouse moves after a
// mousedown on the target until the mouse is released.

bitmap.on("pressmove", function(evt) {
    this.x = evt.stageX+ this.offset.x;
    this.y = evt.stageY+ this.offset.y;

    // indicate that the stage should be updated on the next
    // tick:
    update = true;
});
```

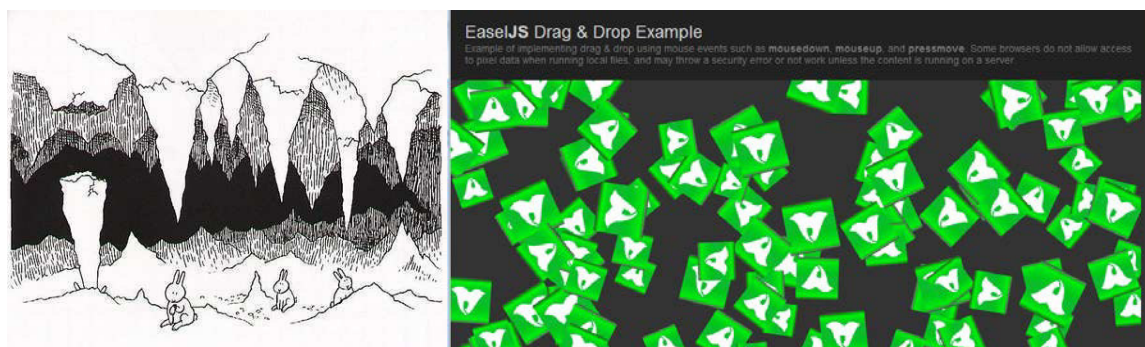


Figura 17 (Ilustração *Bunny Suicides* e Easel JS *DragAndDrop* Demo com o ícone iBlob)

⁵³ Abril de 2013, Referência a *Bunny Suicides*:
<http://www.revelmob.com/bunnycides>

⁵⁴ Abril de 2013, Referência a *DragAndDrop*:
<http://www.createjs.com/#!/EaselJS/demos/dragdrop>

4.4 Fase de pesquisa e testes de gestos multitoque

A fase seguinte do projeto envolveu a pesquisa sobre aplicações multitoque, quanto ao modo de uso e problemáticas recorrentes, daí que as principais premissas estudadas tenham sido linguagens de programação que possibilitassem IHC multitoque, e.g.: *ActionScript*, *JavaScript*, *Objective C*. Por fim, acabei por me decidir a usar *ActionScript 3.0*, principalmente por correr em *Adobe Flash*, e saber que para conseguir passar a mensagem de jogo, teria necessidade de fazer uso de ilustrações ricas e animadas. Na *framework* *Flash* as animações podem ser depositadas e partilhadas entre bibliotecas das várias versões de ficheiros criados. Já no caso de *Objective C*, para *iOS*, e *JavaScript* as animações são importadas em sequências de imagens geradas externamente, logo a opção de edição imediata não está disponível como na *framework* *Flash*. Outra razão para a opção *Flash*, foi a possibilidade de exportação da aplicação para dispositivos *Android* e *iOS* e ainda posterior a conversão do ficheiro *swf* resultante em *JavaScript/HTML5* para uso em *browser*, através do conversor *Google Swiffy*⁵⁵.

A investigação revelou que os comandos multitoque suportados em *ActionScript* dividem-se em duas grandes categorias: *GestureEvents* e *TouchEvents*. Os primeiros possibilitam o uso de mais que um dedo para realizar ações como, *Pan*, *Rotate*, *Swipe*, *Zoom*, para mover, rodar, deslizar e aumentar um objecto. Já nos *TouchEvents*, as fase de toque são medidas por *Begin*, *End*, *Move*, *Out*, *Over*, *Roll_Out*, *Roll_Over*, *Tap*, para toque de início, fim, durante, fora de área, sobre a área e toque simples e rápido. Para a consulta e estudo do código *ActionScript* associado a *input* gestual, acedi à página referencial para plataforma *Flash* da empresa *Adobe*⁵⁶. Tal como, a fóruns de resposta a problemas de temática multitoque do site *stackoverflow*⁵⁷ ou mesmo páginas de desenvolvedores *Adobe*, como a de *Paul Trani*, *touch-events-and-gestures-on-mobile*⁵⁸, que faz a síntese e exemplificação das opções disponíveis para IHC gestual em *Flash*,.

Por fim, acabei por optar pelo uso de ambas as valências *MouseEvent*s e *TouchEvent*s, pois era possível testar ambas no mesmo aplicativo. Consequentemente, no desenho do modo de interação para a experiência de utilizador, associei o *TapEvent* a botões de entrada e saída. O *Pinch to Zoom* e *RotateEvent* foram usados em ações de contração e rotação de agentes de jogo, onde se justifi-

⁵⁵ Dezembro de 2013, Referência a *Google Swiffy*:

<https://www.google.com/doubleclick/studio/swiffy/>

⁵⁶ Junho de 2013, Referência a plataforma *Flash* da empresa *Adobe*:

http://help.adobe.com/en_US/FlashPlatform/reference/actionscript/3/flash/events/TouchEvent.html

⁵⁷ Junho de 2013, Referência ao site *stackoverflow*:

<http://stackoverflow.com/questions/9829287/rotate-scale-and-move-functionality-using-as3>

⁵⁸ Novembro de 2013, Referência a *touch-events-and-gestures-on-mobile*:

<http://paultrani.com/2011/02/touch-events-and-gestures-on-mobile/>

casasse a mudança de IHC de um dedo para dois, com o fim de transpor o tema científico aos gestos que simbolizem o uso de forças. O mesmo conceito foi aplicado ao gesto *Touch Begin/End* para movimentação de objetos.

Em paralelo, também para movimentação de objetos testei o *MouseEvent*, *startDrag* e *stopDrag*. Em geral, os eventos *Mouse* mostraram-se mais rápidos que os eventos *Touch* e, num todo, a velocidade padrão de uso dos comandos desta biblioteca é a ideal para muitos dos gestos nos aplicativos que testei em tablet. Estes gestos respondiam sem problemas e de forma rápida, inclusive quando pedi a outros estudantes e amigos para os testar. Uma nota a deixar é sobre o uso de múltiplos objetos em movimentos simultâneos, (*Array*), que sobrecarregam a memória dos dispositivos, caso o código dos mesmos não esteja depurado e, assim, podem tornar a experiência multitouch penosa, lenta, e pouco satisfatória.

4.5 Escolha de dispositivo para testes

Após o estudo inicial da plataforma a usar, a seguinte questão a solucionar foi a escolha do dispositivo multitoque para a fase de testes e validação. A partir do momento em que pus de parte a escolha de uma mesa multitoque, por motivos de dimensão do dispositivo e portabilidade, restou-me decidir entre *smartphone* ou *tablet*.

Os dispositivos *smartphone*, na sua maioria, têm um ecrã demasiado pequeno, que dificulta a leitura à maioria dos utilizadores. O tipo de aplicação criada é do género lúdico-didática, daí que a legibilidade do texto e dimensão ocupada em ecrã reduzisse a área de interação com os objetos, e assim opção *smartphone* 3,5” foi descartada.

Já os *tablet*’s estratificam-se essencialmente por dimensão de ecrã, número de pontos de interação, processador, e longevidade da bateria. Os ecrãs estudados variavam de 7” a 10.1”, o número de pontos de interação entre 5 e 11, o número de processadores entre um e quatro e as baterias ofereciam 4 a 10 horas de autonomia.

Após analisar a oferta de mercado para dispositivos *Tablet*, optei por um dispositivo Asus Nexus7”⁵⁹ (Figura 18), muito pelos fatores, portabilidade, bateria, resolução, ecrã capacitivo de 10 pontos em simultâneo, processador, memória e preço. Outra valência positiva é o facto de o Nexus7 poder ser ligado via USB a um computador desenvolvedor com sistema Windows ou ao carregador de bateria. Embora tudo apontasse para uma boa escolha, o teste do modelo revelou alguns problemas de resposta ao toque, num dos lados do ecrã. A solução encontrada⁶⁰ obriga a suspender e reativar o aparelho, isto é, forçar o *standby* do dispositivo, para o reconfigurar ao funcionamento padrão. Mas num todo, a escolha deste dispositivo serviu bem os propósitos de testes em estúdio e o consequente processo de validação de protótipo.



Figura 18 (Asus Nexus7”)

⁵⁹Maio de 2013, Referência a Asus Nexus 7”:

<http://www.google.pt/nexus/#/7/features>

⁶⁰Maio de 2013, Referência a solução encontrada para Asus Nexus 7”:

<http://tablet-news.com/2012/07/21/nexus-7-unit-has-responsiveness-problem-not-sure-if-widespread-or-not-video/>

4.6 Interface e Layout do Aplicativo

Este protótipo teve duas versões precedentes, desenvolvidas no primeiro ano do Mestrado em Média Interativos, “Salva a floresta”⁶¹ e o “iBlob”⁶² (Figura 19). Ambas envolvem IHC via teclado físico, têm orientação horizontal e são concebidas para ecrãs, de computador portátil ou PC com disposição horizontal.

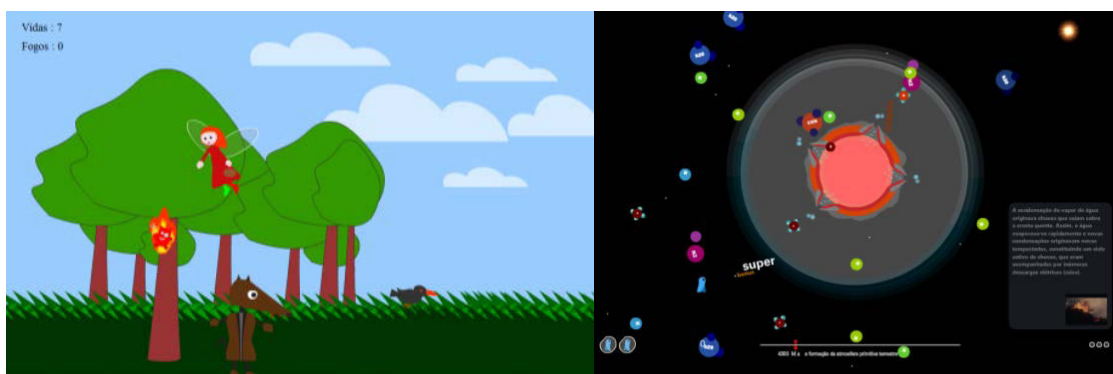


Figura 19 (Versões pc, Salva a floresta, e “iBlob”)

Para a versão “salva a floresta” (Figura 19), concebi uma versão para ser testada em *tablet*, em tudo igual à imagem ilustrativa mostrada na página anterior, que teve um feedback muito positivo dos utilizadores. O conceito de jogo é muito simples, o protagonista é uma fada que deve evitar animais que fogem e, em simultâneo, deve recolher os fogos no ecrã, seguindo uma lógica de vidas e fogos, ou seja, apanhar todos os fogos e evitar os animais, para completar o nível. Desta maquete acabei por aproveitar as seguintes valências: movimento do fundo contra sentido ao dos objetos de interação, (as nuvens de fundo movem-se da direita para a esquerda e as animações de modo inverso), a programação do *score* e o estilo de ilustração vetorial.

A primeira versão do “iBlob” (Figura 19) não pode ser convertida diretamente em versão *tablet*, por o código para IHC via teclado não ter sido depurado para o efeito. O objetivo do jogo passava por representar o papel do Sol sobre os gases da atmosfera terrestre. Ao utilizarmos a personagem “Blob” metaforizada de Sol, para disparar raios contra gases, que se dissociavam e geravam novas moléculas. Esta mensagem não passava de modo simples ao utilizador neste teste porque o número de elementos em ecrã se mostrou excessivo e criava confusão na hierarquia de ações a realizar, durante a experiência de utilização com recurso ao teclado.

⁶¹Maio de 2013, Referência a versão salva a floresta:
<http://virtual-illusion.blogspot.pt/2012/02/primeiros-jogos-do-mestrado-em-media.html>

⁶²Maio de 2013, Referência a versão a iblob:
<http://iblob.carbonmade.com/projects/4507713>

Se analisarmos a forma como usamos um *tablet* na posição horizontal, as mãos do utilizador assentam nos cantos inferiores do ecrã e a visão é canalizada para o centro. Na maioria dos elementos média que nos chegam, a hierarquia ocidental de atenção aos elementos do ecrã começa, na maioria de vezes, de cima para baixo e da esquerda para a direita. Por estas razões optei por inverter a posições dos elementos na nova aplicação “iBlob”, o texto passou para o canto superior esquerdo, a *timeline* e os elementos informativo do jogo para o topo do ecrã. Procedi a estas alterações, principalmente, para que as mãos não viessem a tapar o *display* informativo só por sustentarem o artefacto durante algumas fases de jogo.

Ainda assim, a lógica de um elemento gerar outro, a *timeline*, o texto informativo, a animação de elementos, a ação principal decorrer no centro ecrã e o fundo com imagem do espaço, foram premissas do conceito inicial que decidi reutilizar no *layout* final do “iBlob” (Figura 20).

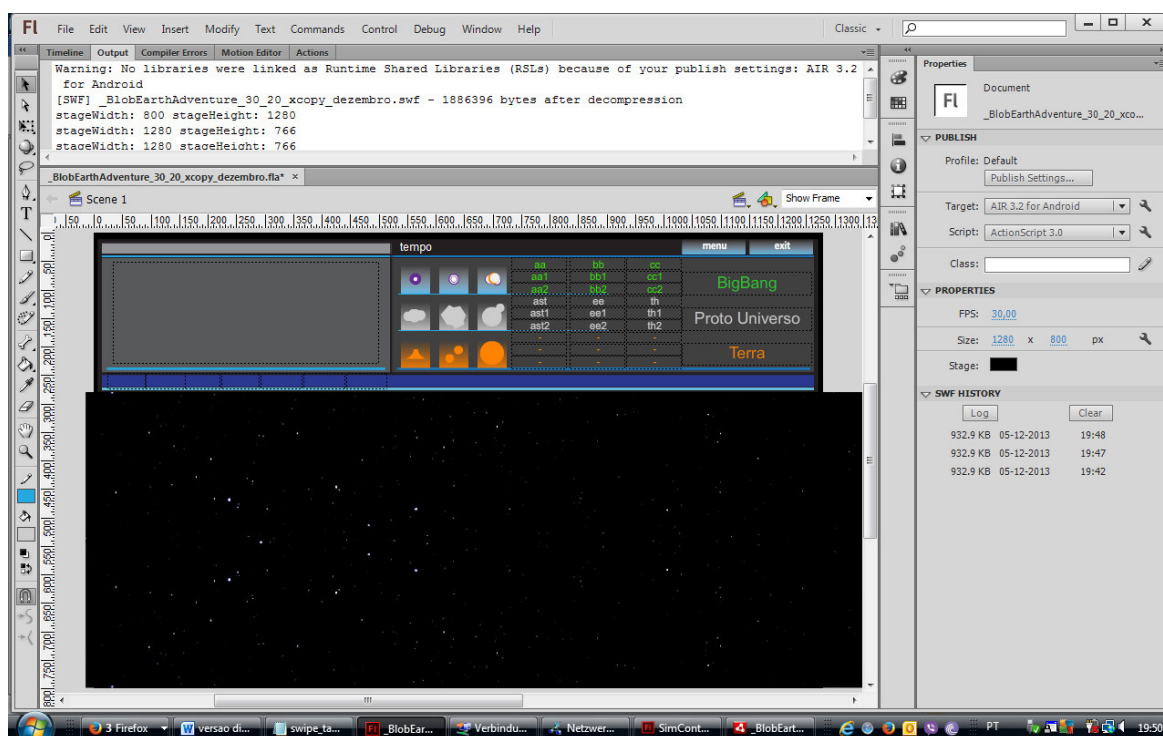


Figura 20 (Layout final “iBlob” uma Aventura na Terra)

5. Desenvolvimento do conceito, interface e lógica de jogo.

Numa primeira fase de desenvolvimento do aplicativo comecei por investigar narrativas interativas multitoque e como eram usados os gestos para interagir com a informação apresentada. Este estudo foi depois aplicado na narrativa científica escolhida para dividir as ações narradas por gestos, de forma a decidir a sequência de comandos a programar.

Os ícones do aplicativo são inspirados no germinar e evolução das formas de vida, na química e na física, para solucionar a comunicação simbólica dos produtos iniciais do Universo, (Figura 21) e conseguir enfatizar desde início o tema científico da aplicação. Após ter decidido as ações a usar, iniciei o desenho de interface e defini quais seriam as áreas não críticas de informação e as que poderiam ser usadas para interagir.

A lógica de jogo definiu-se à posteriori, tendo em mente uma sequência de ação efeito, e embora tenham sido analisadas várias alternativas de lógica de jogo, por se tratar de uma narrativa científica, programei o interface, de forma a conseguir maior ênfase na leitura. Assim o jogador é informado das ações que deve realizar para prosseguir na narrativa.

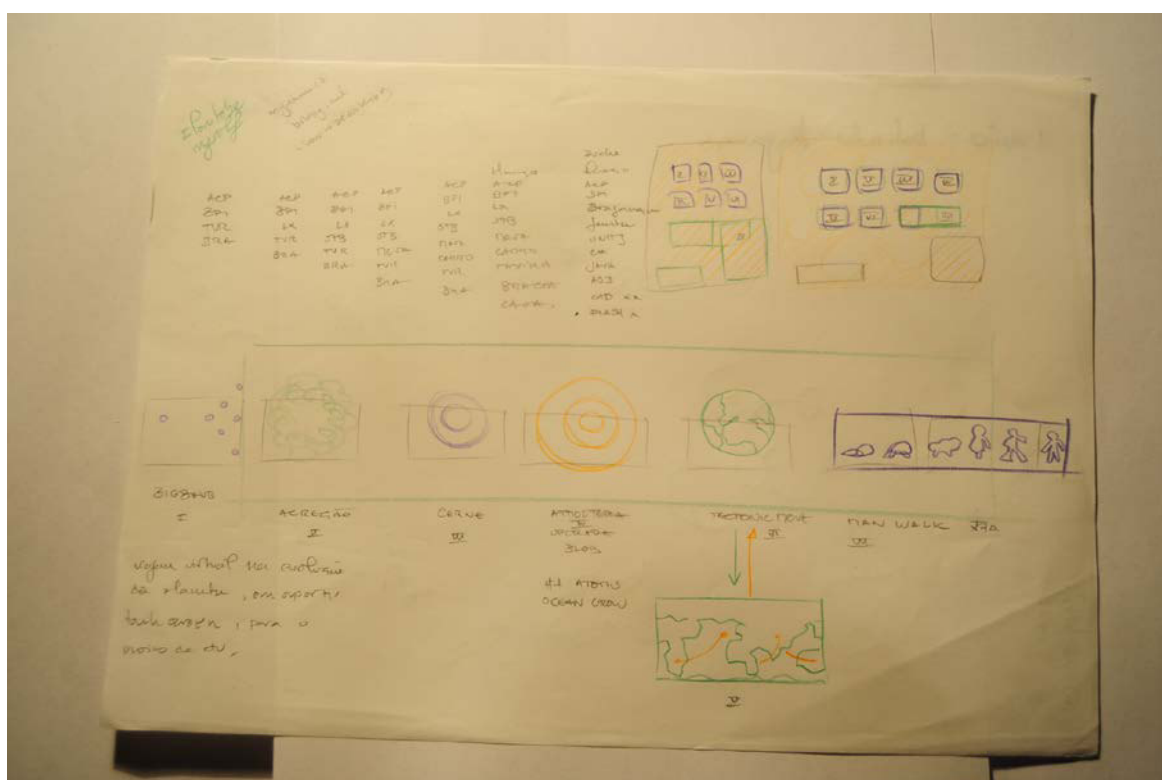


Figura 21 (“iBlob”, estudos conceptuais de interação, iconografia, e lógica de jogo)

Foram pensados inicialmente níveis extensos, em que a animação fractal (Figura 22) podia desempenhar um papel importante. Esbocei diversos ensaios de forma e cor, em linhas estilizadas, e realizei vários diagramas lógicos das sequências de eventos, ilustrados por animações, com base em ciclos de ação reação, de toque e efeito. Os tons de cor laranja, azul e verde, em conjunto, apresentaram bom contraste com cinzas e negro e foram adotados em consonância com padrões simbólicos de vida e espaço. Desenhei ainda uma forma morfolologicamente identificável com um ser cefaloide, donde se destacam um olho e pernas em forma de letra A, associados a formas de vida bacterianas. Este personagem é a mascote do jogo, e atribuí-lhe o mesmo nome dado ao aplicativo “iBlob”.



Figura 22 (“iBlob”, estudos de animação fractal”)

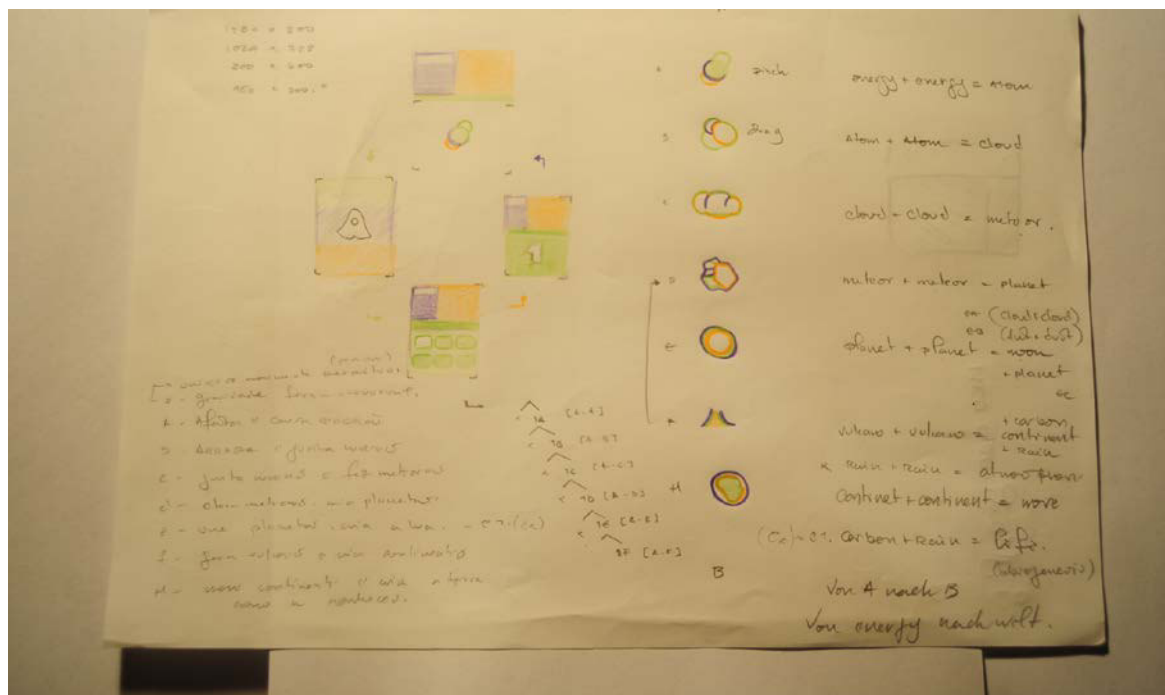


Figura 23 (“iBlob”, estudos de interação, cor, e evolução iconográfica))

A linha gráfica e família de ícones (Figura 23) criada para cada nível de jogo, foram concebidos com correlação direta com os elementos jogáveis. De forma a criarem associações de memória entre ícones dos níveis e elementos de jogo, com resultado numa IHC mais intuitiva e direta, mas que também enriquecem a experiência de utilizador enquanto alertas visuais para interagir.

A organização de espaços verticais e horizontais foi feita numa relação 70/30 entre área jogável e área de informação. As possibilidades de disposição da informação foram testadas com prioridade para a posição das mãos e dedos, de forma a apenas haver texto no primeiro terço vertical de ecrã. Resultou assim, numa tira superior informativa, que dividi em texto didático, tabelas de dados resultantes da IHC de cada nível realizado e campos de texto informativos de ação. Equacionei e conceptualizei a possibilidade de serem realizados menus dinâmicos por arrasto ou *scroll*. Contudo, na implementação final foi usada uma barra geral estática sempre presente, apenas por questões de tempo de desenvolvimento do aplicativo. Doutra forma, o uso de modo tela inteira possibilita outra liberdade de gestos, versus o limite de dois terços de ecrã usado. Ao todo foram pensados nove botões (Figura 24), 27 variáveis mensuráveis, três áreas de texto ativo, nove totais de nível, um total geral, tempo e linha temporal informativa da narrativa decorrida da IHC, como forma de registo e interpretação da experiência de utilizador. As disposições dos elementos no menu, dimensões e espaçamentos equacionaram-se em função de módulos de três elementos.

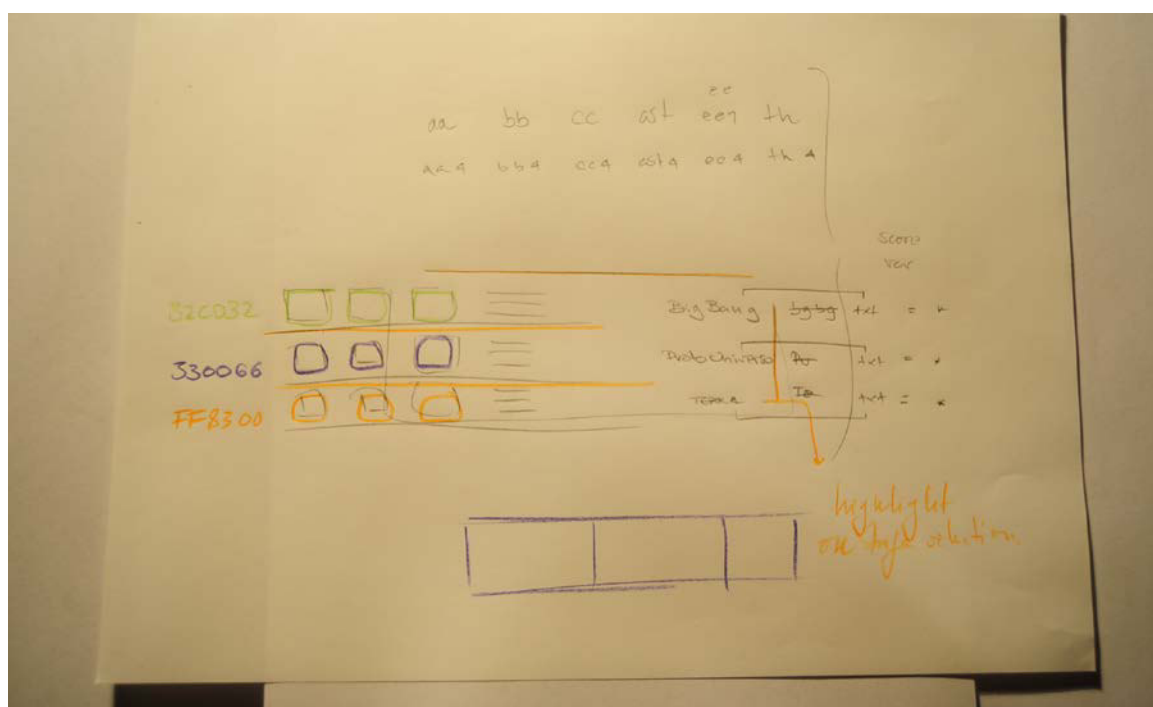


Figura 24 (“iBlob”, diagramas conceptuais de variáveis para os gestos por nível)

Entre outros desenhos de interface equacionados foram pensados layouts clássicos de barra lateral esquerda, eliminada por ser local privilegiado do uso táctil. A versão de menu centro baixo, obriga a descentrar a vista do centro de ação e logo mudança de ação de jogo para leitura, já a versão centro topo relativamente à última opção obriga a um esforço menor de atenção do utilizador para assimilar dados e conteúdos. O layout de jogo inferior e o número de registos auxiliares da aplicação levaram a definir que fosse usada uma barra superior por inteiro com posições fixas para botões e áreas de texto. Deste modo, esperava que o utilizador assimilasse facilmente a posição de cada tipo de dados e não tivesse que as reaprender no decorrer dos vários níveis e ações.

Para esta narrativa foram redesenhados diferentes conjuntos gráficos, feitas animações e gravados sons para cada ação de toque, passíveis de ser acedidos via biblioteca da *framework* segundo nome e propriedade (Figura 25). A lógica sequencial para a inserção de elementos em ação foi a de haver relação direta entre código de cor e forma dos objectos, para com isto a ideia base de transformação de matéria ser melhor experienciada. Já as animações foram pensadas, tendo em conta o fenómeno gravitacional dos objectos simbólicos de elementos e fazendo com que não sejam estáticos antes de serem movidos. Igualmente, foram pensadas alterações aos objetos interagíveis no decorrer do jogo que simbolizassem os fenómenos de acreção e contração, com aumento ou mudança das propriedades e dimensões dos elementos, resultantes de choques entre objectos.



Figura 25 ("iBlob", Diagramas conceptuais da lógica interação)

5.1 Desenvolvimento do *user interface* de protótipo.

O interface da aplicação foi desenhado e testado com base numa disposição horizontal de dispositivos multitoque de 7" e 4" polegadas, com resolução de 1280 x 800 pixéis de 5 ou mais pontos de toque em interação simultânea. A *framework* final de desenvolvimento escolhida foi o Adobe Flash CS6, onde é possível exportar o ficheiro swf para android 3.2 via Adobe Air.

O desenvolvimento dos testes de interação foi feito em PC portátil, recorrendo ao simulador Adobe Air, e em *tablet* com o ficheiro apk exportado, e instalado. Para a interação foram importadas as seguintes bibliotecas de eventos do *Flash*:

```
importflash.events.Event;  
importflash.events.TouchEvent;  
importflash.ui.Multitouch;  
importflash.ui.MultitouchInputMode;  
flash.events.TransformGestureEvent;
```

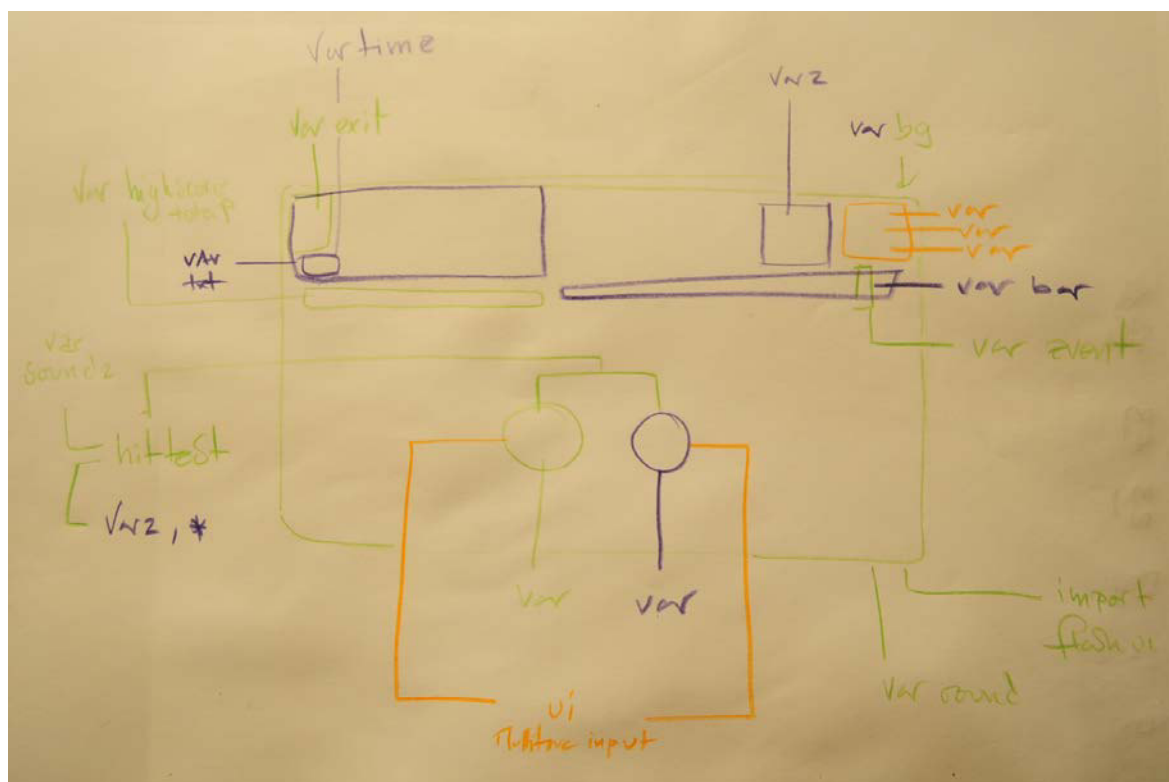


Figura 26 ("iBlob", conceito de interface criado)

O número de elementos pensado para o interface levou a que fosse usada uma disposição harmoniosa e estética, cumprindo regras de IHC padrão dos sistemas WIMP (botão *exit* no canto superior direito).

Usei um título colorido em conjunto com um personagem e som ambiente, numa chamada de atenção à posição de início interação (o *blob*) no centro ecrã (Figura 27). Mas, após validação, provou-se, que a posição de instruções no canto superior esquerdo e a do “blob” devia ser invertida, pois o tamanho da letra usado provou-se de difícil legibilidade em formato de tela 7” e inferiores.

Os principais elementos programados para este *apk* deter uma IHC apelativa foram: variáveis de armazenamento e amostragem de data, para tempo de utilização, registos de interação, score geral de interação, informação de época geológica, produto da interação de utilizador, grafismo, animação, sons, fundos e uma barra de *timeline* (Figura 26).



Figura 27 (Transposição do interface conceptualizado para o protótipo final)

De seguida são apresentados os níveis e eventos desenvolvidos para a aplicação da validação de protótipo.

Nota1: Cada nível de eventos foi desenvolvido de forma a materializar a teoria e informações, apresentadas por etapa da experiência global de utilização.

Nota2: O apk final ficou habilitado a medir e somar as variáveis de interação para toque, arrasto, impactos criados e tempo gasto, em subtotais e total geral nomeado como *score*.

Nível 1: *BigBang*

Tempo: -15,000 Ma

Teoria: “Estima se, que o Universo, teve inicio à [15,000 Milhões de anos (Ma)], numa explosão a que se chamou *BigBang* ⁶³. Este evento gerou uma quantidade de energia imensurável, e está na origem de todos os elementos do Universo, incluindo a Terra.”

Elementos: dois pontos de energia.

Ação: *MultitouchInputModule, TouchPoint*

Informação: “Para iniciares a tua Aventura, começa por juntar os dois pontos de energia em ecrã.” (Figura 28)

Variáveis: *Touch_Begin, Touch_Move, Touch_Finish, HitTestObject*.

Produtos: Animação *BigBang*, som expansive

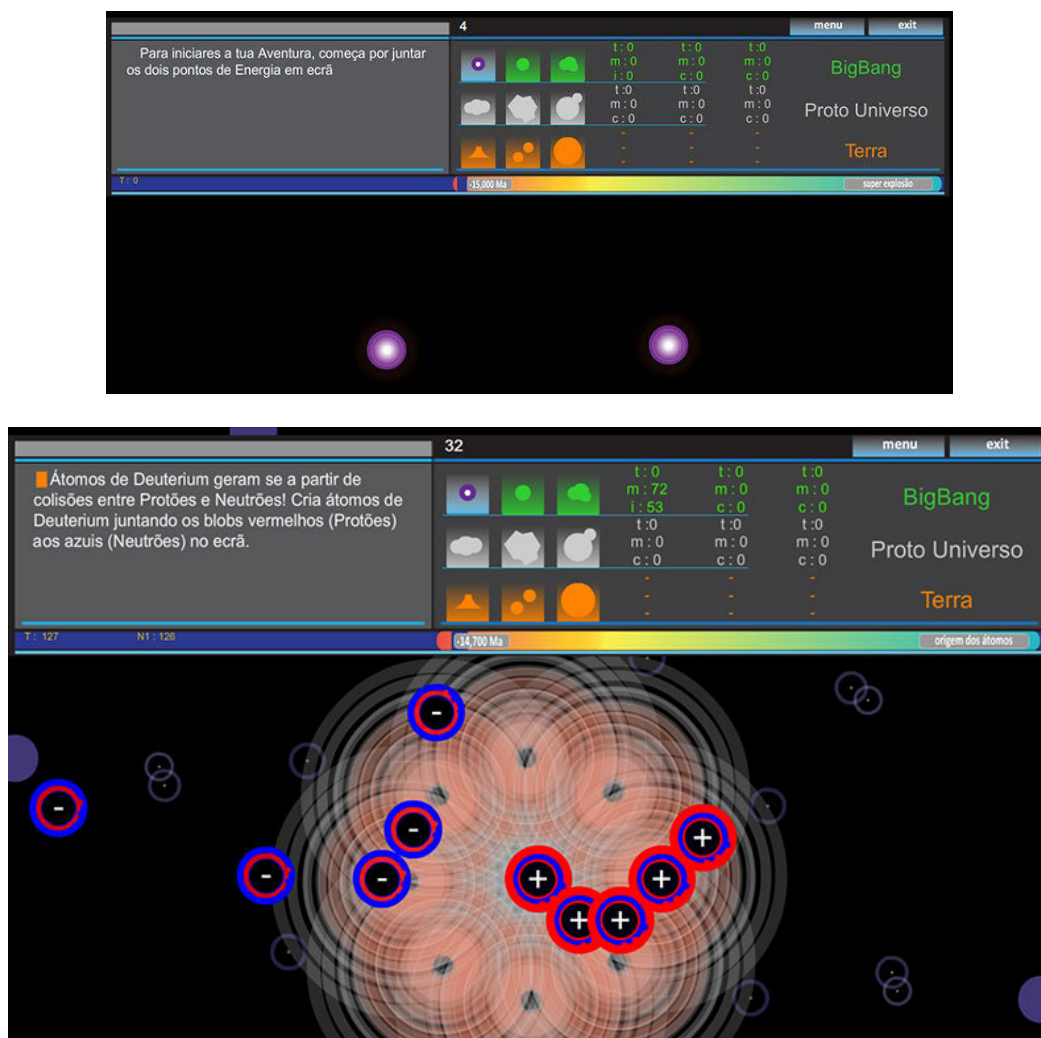


Figura 28 (Início e resultado do nível BigBang, e animação fratal desenvolvida)

⁶³Abril de 2013, Referência ^aTheBigBang:
http://www.youtube.com/watch?v=M4pt0fFn_a4

Subnível Isótopos Tempo: -14,700 Ma

Teoria: “Depois do *BigBang*, inicialmente no espaço de 300,000 anos [-14,700 Ma], originaram-se Neutrões e Protões, que ao colidirem originaram átomos de deutério. O deutério é um dos isótopos estáveis do hidrogênio. O núcleo do deutério é formado por um protão e um neutrão.”

Elementos: cinco protões (vermelho) e cinco neutrões (azul) (Figura 28).

Ação: *MouseEvent*

Informação: “Cria átomos de deutério juntando os círculos vermelhos (protões) aos azuis (neutrões). “ (Figura 29)

Variáveis: *startDrag*, *stopDrag*, *HitTestObject*.

Produtos: cinco átomos de deutério, sons de impacto (Figura 30).

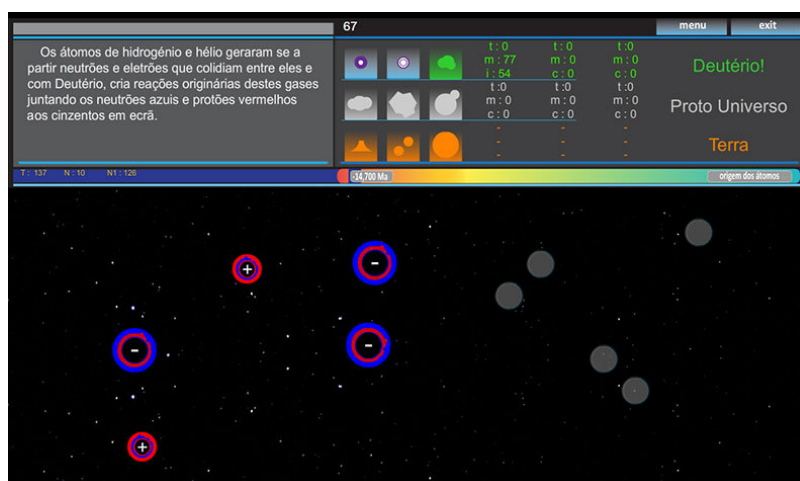


Figura 29 (Elementos de interação do nível Isótopos)

Nível 2: Átomos

Tempo: -14,700 Ma

Teoria: “No mesmo espaço de tempo 300,000 anos [-14,700 Ma] originaram-se átomos de hidrogênio e hélio, que se conjugaram noutras moléculas.”

Elementos: *Array* de neutrões e protões (cinco) e cinco átomos de deutério.

Ação: *MouseEvent*

Informação: "Os átomos de hélio geraram se a partir de neutrões e eletrões que colidiam com deutério." Cria reações originárias destes gases, juntando os neutrões azuis e protões vermelhos aos deutérios cinzentos. (Figura 30)

Variáveis: *startDrag*, *stopDrag*, *HitTestObject*.

Produtos: cinco átomos hélio (azul) animados, sons de impacto.



Figura 30 (Interface final Átomos, e resultados de interação)

Nível 3: Moléculas

Tempo: -13,700 Ma

Teoria: “Assim ao longo de um bilião de anos [-13,700 Ma] ocorre um processo inicial de conjugação de moléculas que originam outros elementos. Estas reações exponencialmente levam à formação de nuvens de gases e poeiras, estrelas e galáxias, no decorrer do arrefecimento gradual, do *Big-Bang*.”

Elementos: cinco nuvens azuis e uma verde.

Ação: *MultitouchInputMode, Touch_Point*

Informação: “Através do movimento da força de gravitação universal gerada com o *BigBang*, os átomos de Hélio reagiram entre eles e originaram moléculas.” Passa com a nuvem (verde) de hélio sobre as nuvens vermelhas, e cria uma nuvem de gás maior! (Figura 31)

Variáveis: *Touch_Begin, Touch_Move, Touch_Finish, HitTestObject*.

Produtos: aumento de 450% da nuvem verde, sons de impacto.



Figura 31 (Elementos de interação para o nível Moléculas)

Nível 4: Nuvem

Tempo: -4,700 Ma

Teoria: “Com a gravidade cósmica estabelecida que impulsiona os corpos celestes em movimentos de velocidade constante, estabelece-se um equilíbrio universal, e 9 bilhões de anos depois [-4,700 Ma] pelo fenômeno de Acreção, inicia-se a formação do Sol e do sistema solar.”

Elementos: Uma nuvem verde

Ação: *TransformGestureEvent*

Informação: “O espaço está cheio de detritos rochosos que se formam com a compressão de gases que, em estruturas mais densas (nuvens), ao arrefecerem, estão na origem das primeiras rochas deambulantes no vazio do cosmos a que chamamos meteoros.” Com dois dedos afastados sobre a nuvem, pressiona, roda e junta-os num ponto, para criares uma unidade base de poeira cósmica (não visível). “Comprime a Nuvem de Gás.” (Figura 32)

Variáveis: *GESTURE_ZOOM* e *GESTURE_ROTATE*

Produtos: um meteoro.

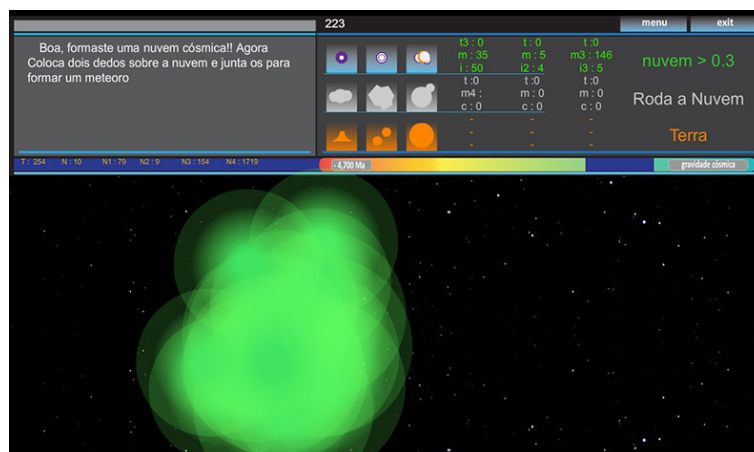


Figura 32 (Elemento único de interação multitoque para o nível Nuvem)

Nível 5: Meteoros

Tempo: -4550 Ma

Teoria: “A principal força aressora (que junta elementos) é a gravidade. Esta é resultante da influência de distância e peso entre os corpos celestes no vácuo e é esta força exercida sobre partículas de poeira cósmica que origina a colisão entre elas. Este fenômeno, numa larga escala de tempo e colossal número de eventos, resulta ao longo de milhões de anos em elementos maiores, como os meteoros que chocam uns com os outros. Todo este processo ao longo de muito tempo multiplicado várias vezes, fez assim com que se juntassem corpos pequenos em maiores, até se tornarem enormes e incandescentes, à temperatura de 1200 graus celsius. Esta é a base da formação de mais de 100 planetas no sistema solar, sendo a Terra um deles [-4500 Ma].”

Elementos: 46 meteoros, um meteoro vermelho (*colorTransform*)

Ação: *MouseEvent*

Informação: “Cria colisões arrastando o rochedo espacial contra os meteoros, para formares um protoplaneta incandescente, a que chamaremos Terra.” (Figura 33)

Variáveis: *startDrag*, *stopDrag*, *HitTestObject*.

Produtos: sons de impacto, aumento visual e *tint* progressivo do rochedo a vermelho (Figura 33), um protoplaneta, som e mensagem “FIM DE TESTE”. (Figura 34)

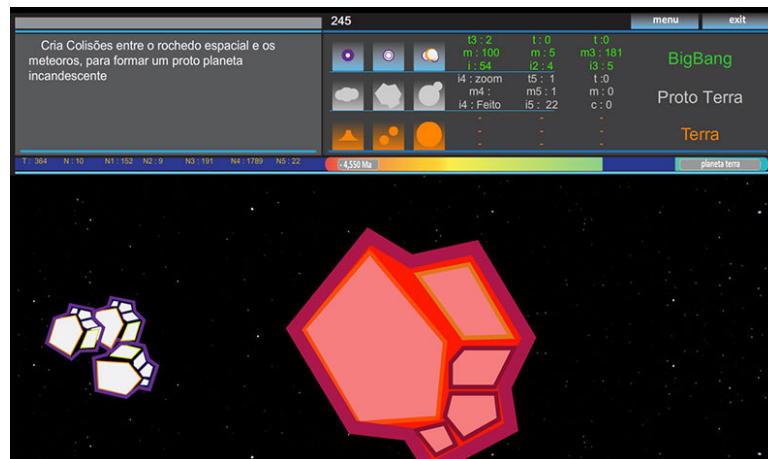


Figura 33 (Array de meteoros para interação de colisões com o meteoro maior)

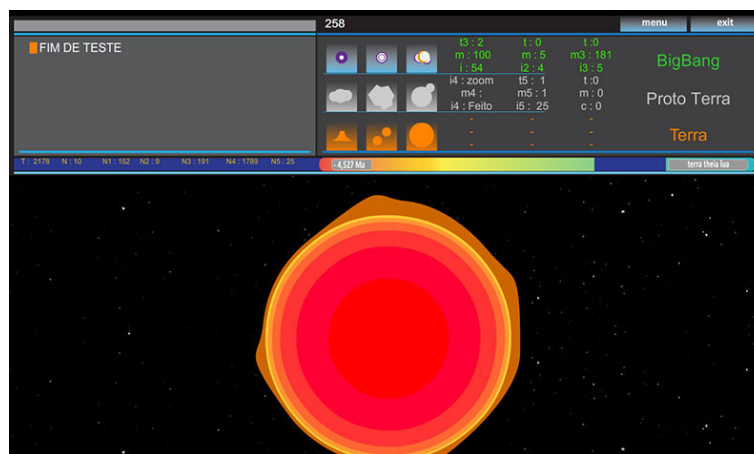


Figura 34 (Ecrã final de fim de teste de validação de protótipo)

Nível 6: Terra (Conceptualizado, não implementado)

Tempo: -4527 Ma

Teoria: “A Terra é uma massa incandescente em fusão, a gravidade faz com que gire em torno do Sol, mas também com que os metais e gases no seu interior, originários dos meteoros conjugados, se movam, concentrando os mais pesados no centro em estado líquido, e fazendo com que os mais leves e gases sejam expelidos, levando a que a superfície seja formada principalmente por lava, gás carbono, nitrogénio, a água em forma de vapor .”

Elementos: círculo Terra (maior), círculo *Theia* (menor), seis detritos, círculo intermitente.

Ação: A1, A2 [Touch_Point] && B [TransformGestureEvent]

Informação: “Sendo a Terra um de mais 100 corpos celestes no sistema solar, estima-se, que a nossa lua nasce de um choque, entre a terra e um protoplaneta do tamanho de Marte, a que se chamou *Theia*⁶⁴.” (Figura 35)

[A1] Arrasta o pequeno planeta contra a Terra.

“O choque originou uma nuvem de detritos enorme, expelidos para a órbita terrestre, mas num espaço de apenas 20,000 anos, a gravidade, força a acreção dos elementos, e junta os detritos originados do choque e concentra-os num ponto de equilíbrio entre a terra e o sol, até formarem uma massa concentrada incandescente, que após arrefecer chamámos de Lua.”

[A2] Junta os detritos no círculo intermitente.

[B] Pressiona, roda e junta os num ponto só para criares a Lua.

Variáveis: A1, A2 [Touch_Begin, Touch_Move, Touch_Finish, HitTestObject], e B [GESTURE_ZOOM, GESTURE_ROTATE].

Produtos: Terra, Lua, sons de impacto e mensagem de texto.

“Por esta altura, a proximidade da Lua à Terra, faz com que um dia dure apenas 6h, e a Terra por sua vez, continue um processo de arrefecimento, acelerado pelo bombardeamento de radiações e ressonâncias magnéticas, essenciais no processo químico de dissociação da água e reformulação molecular para a formação da atmosfera primitiva terrestre e formação de vida. – Conseguieste, o sistema Terra-Lua como o conhecemos está formado!”



Figura 35 (Conceito de interação, para desenvolvimento do nível Terra, do apk)

⁶⁴Abril de 2013, ReferênciaaGiantimpacthypothesis:
https://en.wikipedia.org/wiki/Giant_impact_hypothesis

5.2 Validação de protótipo

Universidade do Minho Mestrado de Médi­as Interativos Interação Táctil em Multitoque João Miguel Ganhão Nunes Martins 15-10-2013	Ficha de elementos de teste de utilizador	
	Nº.	
	Sexo	
	Idade	
	Profissão	
Validação de protótipo	Exp. Apk.	
iBlob uma Aventura na Terra		

Tabela 5 (Ficha de elementos de teste de utilizador)

Para a validação do protótipo criado foi criada uma ficha de análise da experiência de utilizador (Tabela 5), dividida em dois testes, o primeiro qualitativo para uso em entrevista, e o segundo para a recolha de dados sobre o modo de interação (Tabela 6).

As entrevistas decorreram em espaço urbano exterior e em casa dos inquiridos e deveria seguir a seguinte metodologia: preenchia-se o número de teste, sexo, idade, profissão e experiência prévia com equipamentos multitoque, na ficha de elementos do utilizador, e entregava-se o *tablet* em mão com o aplicativo pronto a correr. Deixava-se que o utilizador iniciasse a experiência sem auxílio algum, além da informação exposta em ecrã, e só em situação de entrave prolongado se procedia a indicações verbais de assistência. Após concluído o teste prático, procedia-se à recolha dos dados estatísticos, gerados pelos gestos, arquivados nas variáveis, e de seguida iniciava-se a entrevista de validação para os temas *Apk Design* e *Game Design*, com preenchimento da ficha de validação pelo observador.

Apk Design	Mau	Suficiente	Bom	Muito Bom	Excelente
compreensão de objetivos					
tamanho de texto					
posição do texto					
dimensão de botões					
posição de botões					
eficácia de botões					
disposição de elementos no ecrã					
ambiente de aplicação					
legibilidade de valores em tabela					
legibilidade de títulos					
motivação a interagir					
qualidade de sons usados					
qualidade de grafismos					
qualidade de animações					
duração de efeitos audiovisuais					

Game Design	Mau	Suficiente	Bom	Muito Bom	Excelente
velocidade de jogo					
dimensão elementos de jogo					
velocidade de elementos de jogo					
eficácia de elementos de jogo					
satisfação geral de interação					
satisfação geral de jogabilidade					
satisfação sobre conteúdos usados					
velocidade de jogo					
dimensão elementos de jogo					
velocidade de elementos de jogo					
eficácia de elementos de jogo					
disposição de elementos no ecrã					
legibilidade de valores em tabela					
legibilidade de títulos					
satisfação geral de interação					
satisfação geral de jogabilidade					
satisfação sobre conteúdos usados					

Tabela 6 (Entrevista qualitativa de avaliação da experiência de utilizador)

Os entrevistados foram escolhidos por regra de heterogeneidade, dois de 66 anos, com frequência universitária, mas de sexos e experiência com dispositivos multitoque diferentes (1,0) numa escala de 0 a 5. E três utilizadores do sexo masculino, com as idades, 22, 26, e 32, com frequência de ensino secundário, do terceiro ciclo, e de universidade conforme a ordem de idades apresentada, que quanto à experiência adquirida em sistemas multitoque, responderam, por ordem de idades, 3, 4, 3. O utilizador com maior experiência foi o mais novo dos inquiridos. Quanto a profissões foram inquiridos um engenheiro civil (66), uma professora primária (66), um técnico audiovisual (22), um padeiro (26) e um profissional de comunicação (32). Deste modo foi conseguido o interesse inicial de medir diferentes idades géneros e experiências. No fim de cada teste foram discutidos e registados os resultados da interação tal como a experiência em si. A discussão sob modo de entrevista, foi levada a cabo, com o fim de responder a questões como: (Tabela 7)

- Tamanho da letra usada para textos informativos?
- Fácil percepção e destaque dos elementos do interface?
- Percepção do botão sair, “Exit” e barra “timeline”?
- Compreensão do tema da interação?
- Vantagens do uso deste tipo de sistema?

- Desvantagens presentes na IHC de protótipo?
- Qualidade e satisfação do audiovisual oferecido?
- Nível de complexidade?
- Deseja repetir a experiência?

Ainda sobre as entrevistas, estas, como já referido, decorreram sempre na fase pós teste, e tiveram como material de suporte e apoio, os dados registados, relativos ao número de movimentos de toque inicial, arrasto, e impactos conseguidos ao longo das seis fases de teste. Estes valores eram totalizados em ecrã, e em conjunto com as variáveis em tempo real que permitiram discutir o número de gestos usados e tempo utilizado.

Assim para as variáveis que mediram o número de gestos utilizamos, no caso do toque - Aa, bb, cc, ast, ee – e no caso do arrasto - aa1, bb1, cc1, ast1, ee1 -. Para as variáveis que mediram o número de impactos resultantes dos gestos realizados, utilizámos impacto - aa2, bb2, cc2, ast2, ee2 (Tabela 7).

	Toque	Arrasto	Impacto		
valores das variáveis bigbang	Aa	aa1	aa2	score	tempo
valores das variáveis átomos	bb	bb1	bb2	score	tempo
valores das variáveis moléculas	cc	cc1	cc2	score	tempo
valores das variáveis nuvens	ast	ast1	ast2	score	tempo
valores das variáveis meteoros	ee	ee1	ee2	score	tempo

Tabela 7 (Tabela de recolha de valores, das variáveis gestuais, por nível do aplicativo)

Alguns dos inquiridos quando questionados se desejavam repetir a experiência, queriam-no fazer no imediato. Isso levou a registar valores totais de gestos medidos, que diminuía com a repetição, pois a experiência apreendida vez após vez, resultava num menor número de gestos realizados.

Sendo o aplicativo de cariz lúdico-educativo, o texto informativo desempenhou um papel principal como auxiliar na narrativa de interação. Logo, uma das primeiras questões passava pela qualidade do destaque e tamanho de letra usado. A fonte usada foi Arial e mostrou-se legível e bem contrastada, com exceção da opinião do utilizador de sexo feminino, que considerou o tex-

to pequeno, por usar óculos com alguma graduação, e o utilizador de 32 anos, achou-o pouco destacado, mas com tamanho legível.

Já a percepção e destaque dos elementos do interface, foi considerada boa globalmente, do ponto de vista estético e funcional, mas quando inquiridos sobre a posição de alguns detalhes, os utilizadores não deram respostas imediatas, sendo este um indício de demasiada informação por ecrã (nível) apresentado.

Ainda sobre a percepção de elementos como a barra “*timeline*”, informativa sobre o tempo relatado na narrativa, esta não foi facilmente indicada, e o texto por ser em bitmap perdia legibilidade em ecrã, sugerindo um maior destaque para indicadores secundários, pois o mesmo problema de não ser identificado ocorreu à variável tempo de jogo no ecrã.

A compreensão do tema do aplicativo foi melhor conseguida pelos utilizadores com habilitações superiores, muito pela complexidade dos termos científicos. Já os utilizadores de menor escolaridade ou conhecimento da área sugeriram o simplificar de textos informativos da ação a desenvolver, e em geral foi sugerido maior tempo de leitura. Houve ainda uma sugestão de um utilizador, para que os textos aumentassem a todo ecrã entre ações, para obrigar à leitura, e também para que a aplicação não fosse utilizada apenas de forma lúdica, por estudantes, e com isto assegurar que a mensagem de ação passe por inteiro.

As vantagens assinaladas foram: ser uma ferramenta de interesse para a percepção da microfísica; ser didático; recreativo; entusiasmante e viciante de se chegar ao fim; poder jogar e ler para aprender; e servir para aprender.

Já as desvantagens presentes na IHC de protótipo, foram: Frases com muita informação; não se perceber o texto introdutório da noção de blob; reduzida dimensão dos pontos iniciais de interação no primeiro nível, que deviam ser maiores; a percepção inicial de ações a desenvolver não ser direta; os textos durarem pouco tempo para serem lidos; a não inclusão de “*cutscenes*” informativas entre níveis. Não haver mais elementos interativos e de posição mais óbvia no ecrã; a ortografia e instruções serem pouco claras; a interação tátil com os elementos ser pouco fluída; o uso da área de interação junto aos botões *standard* do sistema Android, originar erros de toque e cancelarem a experiência de jogo. Outras críticas foram, o fato de algumas ações serem demasiado fáceis ou básicas, o jogo tornar-se lento ao longo do tempo, e perder sensibilidade, a partir do segundo e terceiro nível de gestos e movimentos.

Já a qualidade e satisfação do audiovisual oferecido foram apreciadas em termos gerais como: bom, positivo, aliciante, viciantes, interessantes, satisfatórios. O nível de complexidade da aplicação foi vista como: básica, baixa, simples, fácil. Quanto a repetir a experiência, todos os in-

quiridos se mostraram interessados em refazer o teste, e acabaram por fazê-lo, entre duas a cinco vezes.

Sobre os dados recolhidos e observados no primeiro teste realizado há a destacar que, quanto maior a experiência precedente de cada utilizador, menor é o tempo despendido e número de movimentos usados e.g. para os utilizador nível 0 e 4, no último nível o primeiro precisou de 26 toques para completar a ação contrastando com apenas um do segundo utilizador; sobre o tempo total, o utilizador menos experiente precisou de 500 segundos e o mais experiente de menos de 90. Já sobre o tempo mais longo despendido a ler foram cerca de 985s para 197 toques efetuados, contra o menor tempo e índice de atenção, 87s para 192 toques. Assim, o número de gestos registados variou entre 164 e 200, e o tempo entre minuto e meio e 5 minutos. Há a destacar que, quando instruídos para realizarem o movimento de juntar dois objetos na primeira ação, três dos utilizadores usaram indicador e dedo médio, em vez do polegar e indicador ou mesmo de dois indicadores.

6. Conclusões

Após realizar este estudo sobre interatividade multitoque, as conclusões do mesmo podem sumariar-se em três áreas:

- Estado do *state of the art* e correspondentes processos de IHC;
- Desenvolvimento e programação de aplicativos de interação multitoque;
- Validação de protótipo;

Após analisados vários sistemas e realizadas algumas observações junto de utilizadores, chego à conclusão que a interação multitoque é encarada de modo natural pela maioria dos consumidores, pois os *smartphone's*, *tablet's* e outros dispositivos multitoque, usam o toque conjugado com a informação e comunicação global de forma direta.

Este modo de IHC permite ao cidadão em simultâneo estar disponível para realizar vídeo-conferência ou chamada telefónica através de protocolos VOIP (*Voice Over Internet Protocol*), ter o fácil acesso aos conteúdos que pretende ver em ecrã ou jogar, e.g. enquanto comuta em transportes públicos, no trabalho, numa situação de lazer ou partilha de vida.

Estes fatores levam a determinar a procura e a satisfação por este tipo de dispositivos como alta e adicionam mais perspetivas ao fato de o multitoque se poder tornar um modo transversal de interação. As inovações testadas, aceites e lançadas a cada trimestre pela indústria mundial são

muitas vezes encaradas com satisfação, por bilhões de clientes mundiais que aceitaram a IHC multitoque no quotidiano profissional, familiar e escolar.

Outro fator dominante nesta opção maioritária passa pelas valências audiovisuais dos interfaces oferecidas pelos dispositivos das diversas marcas. Os sistemas operativos e aplicativos multitoque, no mercado global de telecomunicações, usam códigos de comunicação cada vez mais diretos e transversais de acordo com o público-alvo e apelam a emoções, sentidos e sentimentos dos utilizadores, motivando assim o uso do *smartphone*.

Foram várias as possibilidades de programação mencionadas ao longo deste documento. Para desenvolver uma aplicação foi necessário definir um target consumidor, seguindo-se o formato e sistema de dispositivo a usar, o serviço a disponibilizar, o tipo de conteúdos e, por fim, definir a *framework* para desenvolver o aplicativo. Como mencionei antes, no sentido dos elementos relatados defini um target juvenil estudantil, que usasse *tablet's* e ou *smartphone's* Android.

A opção de *framework*, foi tomada por forma a poder usufruir do ambiente Flash para a produção e montagem de conteúdos num sistema de *timeline* e *stage*, onde se pode organizar os conteúdos *frame* a *frame*. Esta organização permitiu aplicar código *ActionScript* 3.0 e conteúdos em diferentes *frames*, para no fim serem implementadas e convertidas de modo sequencial para linguagem nativa *Android* 3.2, pela *framework* Adobe Air composta por emulador e compilador. Foi ainda testada a *framework* Adobe com o Toolkit JS, biblioteca de eventos Create JS, que converte código *ActionScript* em *JavaScript* embutido num ficheiro HTML para publicação na Web. A conversão para HTML foi essencial para a divulgação global da informação

Decidir entre programar para Android OS ou Java Script/HTML5, passa principalmente por disponibilizar o aplicativo para uso *offline* ou depender por inteiro da disponibilidade de rede de internet para aceder ao aplicativo em cada utilização. Embora outras soluções possam ser aplicadas, a conclusão final para este tema passa por disponibilizar ambos os formatos, apk e HTML5, para amplificação da oferta e diminuição de riscos de incompatibilidade de rede e dispositivo de leitura.

O principal problema encontrado durante a validação da aplicação e a conclusão refletida do mesmo moldaram todo o consequente processo de conclusões. Durante os testes realizados os utilizadores, quando instruídos para mover objetos, na maioria das vezes passavam suavemente sobre os objetos gráficos que não se moviam. Falhada a primeira experiência tentavam ser mais

rápidos, mas ainda de modo suave, com ambas as mãos e diferentes dedos, na maioria das vezes o dedo médio e indicador, com a base da falange.

O fato dos movimentos programados funcionarem por pressão dificultou toda a fluidez da interação visto que se pedia que se arrastasse os objetos devagar e com pressão sobre o ecrã. Fatores como forma e humidade dos dedos relativo à sensibilidade da superfície de contato igualmente dificultavam o sucesso da operação.

Após serem devidamente instruídos, os utilizadores seguiram de modo regular a narrativa de interação, mas as falhas de comando repetiram-se quando se pediu para juntar dois objetos ou comprimir um ou dois dedos. Neste caso, o polegar só surgiu como possibilidade ao utilizador quando sugerido e uma vez mais o teste decorreu com à-vontade até finalizar. De facto temos a capacidade de aprender e assimilar procedimentos muito rapidamente, no entanto o movimento natural usado são os gestos subtis e não de pressão, deixando assim um dado indicador, de que a interação ideal deve ser mais sensível futuramente que aquela constatada nos modelos analisados. Uma solução encontrada passou por modificar os comandos *Touch_Event* e adicionar um id único a cada gráfico do protótipo e.g. `exemplo5.startTouchDrag (e.touchPointID, true); this.exemplo5 [e.touchPointID] = exemplo5;` de forma a gerarem um ponto de identificação único sob função *startTouchDrag* e serem mais facilmente detetados pelo sistema e com isto haver menos entraves na interação.

Assim, um trabalho futuro seria converter todo o código atual para funcionar com a biblioteca de gestos e eventos CreateJS, de forma a possibilitar interpretação do código em sistemas multi-toque através de *browser* de modo transversal, com o intuito de ver melhorada a experiência de utilização com maior fluidez e menor esforço de interação.

Sobre os conteúdos e as lógicas de interação utilizados, os resultados são satisfatórios. A disposição de conteúdos permitiu jogar e estudar simultaneamente, mantendo elevados os índices de atenção no jogo e permitiu reter alguma informação através da leitura das instruções, após a interação.

O aplicativo causou o desejo de se repetir a experiência, ou seja, o utilizador é recompensado por ler e cumprir o objetivo proposto e é recompensado com média audiovisual, composto por cor, forma, efeito, som e movimento. A lógica de jogo envolveu uma substituição sequencial dos objetos interativos em ecrã por novos objetos de forma contínua. Esta lógica foi bem-sucedida por usar pares de ação-consequência de experiências gestuais associadas a conteúdos.

Com o anterior demonstrado a metodologia de projeto mostrou ser válida, muito pelo número de erros e problemas encontrados por via do processo de validação, que permitiram alterações e melhorias, mas também pelo fato de o apk ter conseguido índices de atenção altos e ter conseguido adjetivos da parte dos utilizadores, como “engraçado”, “entusiasmante” e, nos mais novos, expressões como “*curti bué*” ou “muito *fx*”. Igualmente as funções em que se usava apenas um dedo para interagir mostraram-se mais aceites e comentadas, como mais fáceis do que aquelas em que se pedia para usar mais que um.

Por fim, uma das elações principais a retirar deste estudo passa por assumir que o uso composto de gestos com dois ou mais dedos em suportes multitoque obriga a informação prévia à experiência de utilização, sobre como usar. Doutro modo, o não conseguir interagir de modo fluido traz frustração à experiência. Com isto o toque múltiplo e simultâneo é preterido pelo toque simples, sem pressão, como opção gestual mais intuitiva, tal como registado nos testes de observação dos utilizadores durante a validação do protótipo “iBlob, Uma aventura na Terra”. Conclui-se assim que o atributo simplicidade de interface e interação é o mais proveitoso para um sistema que premeie o veicular de informação com menor ruído e maiores índices de atenção.

Durante a validação foi ainda concluído que múltiplas animações ou ocorrências de ecrã em curtos espaços de tempo inibem a atenção do utilizador para conteúdos programáticos de cariz informativo ou educativo e o oposto igualmente se demonstrou com o mesmo efeito, e.g. a barra informativa de *timeline* cuja animação é demasiado espaçado no tempo e de dimensão reduzida proporcionalmente à percentagem total de ecrã.

Assim, interações sem *cutscenes* e muito rápidas não permitem uma fácil compreensão do gesto a usar e motivam a ocorrência de erros gestuais durante a experiência de utilização, que num sistema de protótipo gera múltiplas “*calls*” ao *script* sem resposta, causando *delay* de resposta e consequente abandono do uso da aplicação.

Conclui-se que sistemas simples com poucos botões, bem dimensionados e que assistam a narrativa de interação de forma faseada mas com múltiplos conteúdos, mostram-se mais vantajosos que os sistemas plenos de funções e conteúdos simultâneos. Assim, a metodologia de IHC desenvolvida nesta dissertação apresenta boas bases para futuramente continuar a ser desenvolvida e ser adotada a um projeto/aplicativo multitoque de cariz lúdico educativo, cujos objetivos incluam a apreensão de conteúdos.

6.1 Trabalhos Futuros

A metodologia de IHC desenvolvida mostrou ser um bom impulso e base de princípio para futuros projetos e igualmente acaba por dar resposta à questão basilar desta dissertação, “Como desenvolver um modo de interação gestual para dispositivos multitoque mais intuitivo, e adaptado à experiência de utilizador existente?” Assim, a partir dos primeiros índices de satisfação conseguidos, é com otimismo que vejo o desenvolvimento posterior do “iBlob, Uma aventura na Terra”, por uma equipa mais extensa. Começando pela adição de um ou mais níveis, de acordo com programas escolares de ciências da vida, para poderem ser usados em aulas do Ensino Preparatório 2+3, como ferramenta de auxílio no ensino de temas não tangíveis. O objetivo de introduzir novas noções, em aula ou nos tempos livres precedentes ou posteriores à mesma, é conseguido muito pela iniciativa do próprio, derivada da motivação para jogar e aprender. Concluo, assim, que o objetivo e conceito de uma futura aplicação, passaria por ter em aula alunos melhor contextualizados com as temáticas dos programas escolares de cariz científico e, em conjunto, conseguir viabilidade para a produção e divulgação de aplicativos de interação gestual multitoque com interface lúdico-educativos dedicados em português.

7. Referências

[Allison09] Designing Mobile tecnologys - Allison Druin, Mobile technology for children: designing for interaction and learning / ed. ISBN978-0-12-374900-0, 353 p., Elsevier, 2009 - ID 000295606

[Accordant13] Accordant Media, “Real-Time Media Buying: Q1 Market Pulse, April 17, 2013

[Appert09] Appert, C. and Zhai, S. 2009. Using strokes as command shortcuts: cognitive benefits and toolkit support. In Proceedings of the 27th international Conference on Human Factors in Computing Systems (Boston, MA, USA, April 04-09, 2009). CHI'09.ACM, New York, NY, 2289-2298.

[Apers10] pág.89-367,Chapter 13: Using Touch and Gesture Events, Apers, Chris, Link Beginning iPhone and iPad Web Apps: scripting with HTML5, CSS3, and JavaScript / Chris Apers, Daniel Pater-son ISBN 978-1-4302-3045-8, 488 p., Apress, 2010 – ID 000299814

[Bragdon09]Bragdon,A.,Zelevnik,R.,Williamson,B.,Miller,T.,andLaViola,J.J. 2009. Gesture Bar: improving the approachability of gesture-based interfaces. In Proceedings of the 27th international Conference on Human Factors in Computing Systems (Boston, MA, USA, April 04-09, 2009).CHI'09.ACM, NewYork, NY, 2269-2278.

[Bau08] Bau, O. and Mackay, W.E.2008. OctoPocus: a dynamic guide for learning gesture-based command sets. In Proceedings of the 21st Annual ACM Symposiumon User interface Software and Technology (Monterey, CA, USA, October 19-22, 2008). UIST'08. ACM, New York, NY, 37-46.

- [Buxton 85] BUXTON, W., HILLI, R. & ROWLEY, P. (1985). Issues and techniques in touch-sensitive tablet input, *Computer Graphics, Proceedings of SIGGRAPH'85*, p.215-223, 1985.
- [Campos09] Carlos André Tavares Campos – Comportamento das componentes de sistemas multitoque baseados em reflexão interna total confinada, dissertação de pós graduação em informática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2009.
- [Deloitte13] Deloitte TMT Predictions 2013 <http://www2.deloitte.com/content/www/global/en/pages/technology-media-and-telecommunications/topics/tmt-telecoms.html>
- [Duarte09] Duarte, C. and Neto, A. 2009. Gesture interaction in cooperation scenarios. In *Proceedings of the 15th international Conference on Groupware: Design, Implementation, and Use* (Peso da Régua, Douro, Portugal, September 13-17, 2009). L. Carriço, N. Baloian, and B. Fonseca, Eds. *Lecture Notes In Computer Science*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 190-205.
- [Fitts54] Fitts, P.M. 1954. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. 381–391.
- [Franke08] Bachelor Thesis titled “Chemieraum – tangible chemistry in exhibition space”, 2008 Published in the ACM Digital Library. Received Award of the state of Bavaria 2008, Red Dot Concept Award (best of the best) 2008, Innovations Award Ostwürttemberg of IHK 2009 and the Quality Seal of the EUROPRIX Multimedia Award. Currently working as a User Interface Designer and Conceptor at Intuity Media Lab GmbH in Stuttgart.
- [Jorda07] Jordà, S., Geiger, G., Alonso, M., and Kaltenbrunner, M. 2007. The reacTable: exploring the synergy between live music performance and tablet op tangible interfaces. In *Proceedings of the 1st international Conference on Tangible and Embedded interaction* (Baton Rouge, Louisiana, February 15 -17, 2007). TEI'07. ACM, New York, NY, 139-146.
- [Kaltenbrunner05] Kaltenbrunner, M. & Bovermann, T. & Bencina, R. & Costanza, E. "TUIO - A Protocol for Table Based Tangible User Interfaces", *Proceedings of the 6th International Workshop on Gesture in Human - Computer Interaction and Simulation* (GW 2005), Vannes (France)
- [Kaltenbrunner09] Kaltenbrunner, M. 2009. reacTIVision and TUIO: a tangible tabletop toolkit. In *Proceedings of the ACM international Conference on interactive table tops and Surfaces* (Banff, Alberta, Canada, November 23 - 25, 2009). ITS '09. ACM, New York, NY, 9-16.
- [Levy12] Levy, S. (n.d.). *graphical user interface (GUI)*. Obtido em 22 de 08 de 2012, de Enciclopædia Britannica: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/242033/graphical-user-interface-GUI>
- [MacKenzie92] MacKenzie, I.S. 1992. Fitts' law as a research and design tool in human-computer interaction. *Hum.-Comput. Interact.* 7, 1 (Mar. 1992), 91-139.
- [Moggridge06] pag.15-414-415-471-491-527-660, *Starting Live/Work*, Bill Moggridge, *Designing Interactions*, ISBN: 9780262134743, 792 p, The MIT Press, 2006 – ID 000273502
- [Nimish82] Mehta, Nimish (1982), *A Flexible Machine Interface*, M.A.Sc. Thesis, Department of Electrical Engineering, University of Toronto supervised by Professor K.C. Smith.
- [Norman10] Norman D.A. (2010). *Natural User Interfaces Are Not Natural*, *Interactions*, 17, No. 3 (May – June)
- [Norman12] Norman D.A. and Jakob Nielsen (2012). *Gestural Interfaces: A step Backwards in Usability*, jnd.org Copyright 2007-2012,

- [Quek02] Quek, F., McNeill, D., Bryll, R., Duncan, S., Ma, X., Kirbas, C., McCullough, K. E., and Ansari, R. 2002. Multimodal human discourse: gesture and speech. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 9, 3 (Sep. 2002), 171-193.
- [Reimer05] Reimer, J. (05 de 05 de 2005). A History of the GUI. Obtido em 23 de 08 de 2012, de ars technica: <http://arstechnica.com/features/2005/05/gui/>
- [Saffer08] Saffer, D. 2008 *Designing Gestural Interfaces: Touchscreens and Interactive Devices*. O'Reilly Media, Inc.
- [Sherwood72] Sherwood, B. 1972. Status of PLATO IV. *SIGCUE Outlook* 6,3 (Jun. 1972), 3-6.
- [vanDam97] van Dam, A. 1997. Post - WIMP user interfaces. *Commun. ACM* 40, 2 (Feb. 1997), 63-67.
- [Vidal12] Emídio José Sequeira Vidal (2012), pág. 22,23,24, Design para Tablets da adaptação ao toque e mobilidade à realidade aumentada, Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Design, Departamento de Comunicação e Arte.
- [Walter11] Aaron Walter (2011), pag.60, *Designing for Emotion, Emotional Engagement*, Mail-Chimp: accidental priming, ISBN 978-1-937557-00-3, A Book Apart, New York, <http://abookapart.com> , <http://myuuu.fr/livre/DesigninForEmotion.pdf>
- [Wellner91], Wellner, P. (1991). The Digital Desk Calculator: Tactile manipulation on a desktop display. *Proceedings of the Fourth Annual Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '91)*, 27-33.
- [Westerman 99], pag. 223, Wayne Westerman, 1999. Hand Tracking, Finger Identification, and Chordic Manipulation on a Multi-Touch Surface, Fitts' Law and Pointing Performance.
- [Zelevnik06] Zelevnik, R. and Miller, T. 2006. Fluid inking: augmenting the medium of free-form inking with gestures. In *Proceedings of Graphics interface 2006* (Quebec Canada, June 07-09, 2006). *ACM International Conference Proceeding Series*, vol. 137. Canadian Information Processing Society, Toronto, Ont., Canada, 155-162.

8. Anexos Digitais

Inquéritos, entrevistas e resultados de teste da prototipagem encontram-se disponíveis no DVD anexo a esta dissertação. Existe ainda um repositório online da dissertação em <http://www.iblob-mmi.blogspot.com>. No DVD encontra-se uma pasta, com os seguintes conteúdos.

- Anexo I - Entrevista de IHC - Interação Humano-computador (gestual)
- Anexo II - Inquérito: Utilização de plataformas Multitoque
- Anexo III - Ficha de validação de protótipo pg19121
- Anexo IV - Ex JavaScript_EASEL_JS_DragAndDrop
- Anexo V - Infografia da metodologia de investigação
- Ficheiros - iBlob.apk; iBlob.xml; iBlob.swf; iBlob.flv